STANFORD UNIVERSITY LIBRARY
NOV 5 1912

Aus dem Laboratorium der psychiatrischen und Nervenklinik Berlin.
Direktor: Herr Geh. Medizinalrat Prof. Dr. ZIEHEN.

Ein Beitrag

zur

Lehre vom Farbengedächtnis.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt am 15. Mai 1912

von

Sally Loeb
aus Vallendar.

Leipzig.
Verlag von Johann Ambrosius Barth.
1912.

243

Referent:

Herr Geh. Med.-Rat Prof. Dr. ZIEHEN.

Meinen Eltern

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/einbeitragzurleh0000sall

Seit dem Erscheinen der bekannten Ebbinghausschen Arbeit über das Gedächtnis haben sich die meisten Forscher der von Ebbinghaus angegebenen Methoden bedient und sich ähnliche Aufgaben gestellt. Man sucht den Einfluſs der Zeit auf eingeprägte Vorstellungen genauer zu bestimmen und vergleicht auch die Gedächtnisleistungen auf verschiedenen Sinnesgebieten. Bei Arbeiten, deren Interesse sich weniger auf die Auffindung von einfachen Tatsachen und ihre Deutung erstreckt, sondern die es mehr darauf absehen, Fundamente für die Aufgaben der Pädagogik zu erhalten, finden wir auch z. T. andere zweckentsprechendere Versuchsanordnungen.[1] Die letzten gröſseren Untersuchungen über das Gedächtnis sind einmal von Jost[2], dann von G. E. Müller im Verein mit Schumann[3] und Pilzecker[4] angestellt worden. Ich führe die Ergebnisse dieser und anderer Arbeiten nicht an, weil sie in keinem direkten Zusammenhang mit den folgenden Untersuchungen stehen.

Durch die Einführung der sinnlosen Silben ins Experiment ist eine Methode geschaffen, die eine gröſstmögliche Gleichwertigkeit der einzelnen Elemente der Untersuchung gewährleistet. Sie bietet aber den Nachteil, daſs sie mit sehr komplexen Erinne-

---

[1] Vgl. z. B. Meumann, Ökonomie und Technik des Gedächtnisses. Leipzig 1908.

[2] Jost, Die Assoziationsfestigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung der Wiederholungen. *Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg.* 14.

[3] G. E. Müller und F. Schumann, Experimentelle Beiträge zur Untersuchung des Gedächtnisses. *ibidem*, 6.

[4] G. E. Müller und Pilzecker, Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis. *ibidem*, Erg.-Bd. I.

rungsbildern arbeitet, die zudem oft nicht frei von Nebenassoziationen und vor allem nicht einfach zahlenmäfsig in bezug auf den physikalischen Reiz ausdrückbar sind. Es schien mir daher am zweckmäfsigsten, wennmöglich unbenannte Empfindungen dem Gedächtnis einzuprägen und die Gesetze ihrer Reproduktion festzustellen. Von den Empfindungen schienen mir die Farben besonders geeignet, da die Wortbezeichnungen gerade hier eine sehr unbedeutende Rolle spielen.

Noch eine Nebenabsicht hatte ich dabei. Aufser dem Wunsche, einigen Aufschlufs über den Vorgang der Reproduktion im allgemeinen zu erhalten, wollte ich auch speziell Versuche über das Farbengedächtnis anstellen, um vor allem, dem Wunsche meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geheimrat Ziehen, nachkommend, zu ermitteln, ob es ebenso wie eine spezifische Farbenunterschiedsempfindlichkeit auch ein spezifisches Farbengedächtnis gebe, d. h. ob verschiedene Farbenqualitäten bei sonst gleichen Versuchsbedingungen verschieden gut im Gedächtnis haften bleiben. Dabei konnte ich an eine Arbeit von L. v. Kries u. E. Schottelius anknüpfen, auf die ich nachher noch eingehender zurückkomme. Im Hinblick auf diese letzte Aufgabe erscheint es mir zweckmäfsig, mit einem kurzen Überblick über die Arbeiten, welche die Farbenunterschiedsempfindlichkeit behandeln, zu beginnen.

Zum erstenmal wurde die U.-E. für Farbentöne von Mandelstamm[1] untersucht. Er schaltete in den Gang der das Spektrum erzeugenden Lichtstrahlen die Platten eines Ophthalmometers derart ein, dafs die Drehungsachse dem Spalt parallel ist und die Ebene, in der sie aneinandergrenzen, das Spektrum in eine obere und eine untere Hälfte teilt. Durch Drehung der Platten werden die beiden Teile gegeneinander verschoben. Durch einen schmalen Okularspalt wird aus dem Spektrum eine annähernd homogene Farbe ausgeschnitten. Es wird nun diejenige Drehung bestimmt, bei welcher der obere Teil des Gesichtsfelds vom unteren eben merklich verschieden erscheint. Durch Umrechnung dieser Winkelverschiebung ergeben sich die Werte in $\mu\mu$. Das Resultat seiner Untersuchungen kann folgendermafsen zusammengefafst werden: Die gröfste U.-E. besitzt unser Auge im Gelb in der Nähe der Linie D, dann folgen an zweiter Stelle Cyanblau bei F. und Blaugrün zwischen b und F; am unempfindlichsten ist es im Rot.

[1] *Gräfes Archiv f. Ophthalmologie* **13**, 399.

Dobrowolsky[1] verbesserte die Mandelstammsche Methode etwas, indem er durch eingeschaltete Nicols den Einfluſs der Intensität der Farbenempfindung auszugleichen suchte, und gelangte dabei zu Ergebnissen, die eine doppelt so groſse absolute Empfindlichkeit anzeigen. S. Lamansky[2], der sich schräg auffallender polarisierter Strahlen bediente, um auch die Intensität abzustufen, fand die gröſste U.-E. im Gelb, Blau und im Grün, die geringste ebenfalls im Rot. B. O. Peirce[3] gelangte mit einer anderen Versuchsanordnung zu ähnlichen Resultaten. Genauere Untersuchungen auf diesem Gebiet haben zuerst König und Dieterici[4] vorgenommen, allerdings auch nur an sich selbst. Sie stellten an einem Spektralapparat die mittleren Fehler bei Einstellung auf Farbengleichheit fest; es ergab sich dabei: 1. daſs die Empfindlichkeit für Farben von gröſserer Wellenlänge als 510 $\mu\mu$ unabhängig von der Intensität ist. 2. daſs das Maximum der Empfindlichkeit im Gelben liegt und zwar für beide Beobachter an verschiedenen Stellen des Spektrums, 3. daſs die beiden anderen Maxima bei derselben Intensität für beide Beobachter an derselben Stelle liegen, aber 4. bei steigender Intensität nach dem violetten Ende des Spektrums hinwandern. Uhthoff[5] stellte an sich selbst die für eben merkliche Farbendifferenzen erforderlichen Wellenlängenänderungen fest. Seine Resultate stimmen sehr gut mit denjenigen von König und Dieterici überein. Brodhun[6] stellte die Kurve der qualitativen Farbenunterschiedsempfindlichkeit zum ersten Male für ein dichromatisches Auge (und zwar sein eigenes grünblindes) fest. F. Exner[7] gibt in einer Arbeit, die sich im wesentlichen mit der Feststellung der Schnittpunkte der drei Grundempfindungskurven befaſst, als Anhang noch eine Reihe der U.-E., die ebenfalls recht gut mit der von König und Dieterici angegebenen übereinstimmt. Eine Arbeit von F. W. Edridge-Green[8] bestätigt nur frühere Forschungen, daſs nämlich die Farben-

[1] *Gräfes Archiv f. Ophthalm.* **18**, 1. 98.

[2] *Gräfes Archiv f. Ophthalm.* **17**, 1. 123.

[3] *Americal Journal of Science* **26** 299, (1883).

[4] *Gräfes Archiv f. Ophthalm.* **30**, 2. 171 u. Sitz. Ber. d. Berl. Akad. **29**, 7. 1886.

[5] *Gräfes Arch. f. Ophth.* **34**, (4) 1.

[6] *Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **3**, 89.

[7] *Sitzungsbericht der k. Akademie d. Wissensch. zu Wien.* **111**, 875.

[8] Ophthalm. Soc. of the Unit. Kingd. 3. Mai u. 18. Okt. 1906; siehe auch *Klin. Monatsblätter f. Augenheilkunde.* 1907, **119**.

unterscheidung am feinsten im Gelb, dann im Blau und Grün und Violett und am schlechtesten im Rot ausgebildet ist. Eine weitere ausführliche, auch theoretisch interessante Arbeit über die Farben-U.-E. hat noch O. Steindler[1] geliefert. Verf. findet 4 Stellen gröfster Empfindlichkeit, die ausgeprägtesten im Gelb und Blaugrün, 2 andere im Blauviolett und im Rot. Zum erstenmal wird also in dieser Arbeit noch ein Maximum der U.-E. im Rot festgestellt, das trotz der Intensitätsausgleichung bestehen blieb. Von Steindler wird auch zum erstenmal versucht, diese Ergebnisse bezüglich der U.-E. in Beziehung zu den von König und Dieterici ermittelten hypothetischen Grundempfindungskurven zu bringen. Vorausgesetzt wurde, dafs der Farbenton einer Spektralfarbe abhängig ist von dem Verhältnis der erregten Grundempfindungen. Verändert sich für zwei benachbarte Wellenlängen dieses Mischverhältnis rasch, so haben wir Stellen grofser U.-E. und umgekehrt. Unter diesem Gesichtspunkt wurden nun Berechnungen angestellt, welche die U.-E. aus dem Verhältnis der Grundempfindungen vorhersagen sollten, und in der Tat stimmen die berechneten Zahlen gut mit den durch die Versuche gefundenen überein.

Im Gegensatz zu dieser relativ grofsen Zahl von Arbeiten über die qualitative Unterschiedsempfindlichkeit für Farbenempfindungen ist das Farbengedächtnis und seine Schärfe für die Reihe der Spektralfarben nur selten untersucht worden. Etwas näher mufs ich nur auf die oben schon kurz erwähnte Arbeit von L. v. Kries und E. Schottelius[2] eingehen. Die Verff. stellten sich zwei Aufgaben. Erstens sollte die Vp. auf Grund des unmittelbaren Empfindungseindrucks und der von vornherein gegebenen Vorstellung eine Farbe einstellen, die ihr als reine Prinzipalfarbe erschien. Zweitens wurden Zwischenfarben (etwa Orange, Gelbgrün) zunächst in Erlernungsreihen dem Gedächtnis eingeprägt und nach 1—6 Tagen reproduziert. Auch die Prinzipalfarben wurden später nochmals erlernt und reproduziert. Hierbei zeigte sich nun keine merkliche Besserung der Reproduktion durch die Erlernungsreihen. Die Verff. drücken dies folgendermafsen aus: „Die eine jeder Reihe zugrunde liegende und sie bestimmende Erinnerungsvorstellung einer Farbe weicht

[1] *Sitzungsbericht der k. Akademie d. Wissensch. zu Wien* **115** Abt. II a 1, 39.
[2] *Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg.* II. Abt. **42**, S. 192.

zwar im Vergleich zu der erlernten nicht ganz unerheblich ab, ist aber wenigstens für den Zeitraum einer Reihe derartig bestimmt, dafs die einer Reihe angehörigen Einstellungen untereinander eine sehr gute Übereinstimmung zeigen, eine so gute, dafs sie durch jedesmalige Vorweisung des Musters, wie es in den Erlernungsreihen geschah, nur unerheblich verbessert wird.“ Erwähnen möchte ich noch, dafs mit der angewandten Methode, nämlich dem Vergleich der mittleren Durchschnittsabweichung (M. D. A. der Verff.) mit der durchschnittlichen Differenz je zweier aufeinander folgender Einstellungen (M. S. A. der Verff.) eine Änderung der Gedächtnisfarbe nach einer bestimmten Richtung hin im Laufe einer Versuchsreihe nicht konstatiert wurde. Den Vergleich der Farbengedächtnisleistungen mit den von König und Uhthoff angestellten Versuchen über Farbenunterschiedsempfindlichkeit gibt folgende Tabelle wieder.

Für Farbe	Orange 606,6 $\mu\mu$	Gelb 574,5	Gelbgrün 564,6	Grün 503,2	Blaugrün 473,5
M. D. A. (Kr. u. Sch.)	2,27 $\mu\mu$	1,34	1,33	2,02	1,09
Mittl. F. (König)	0,51	0,45	0,55	0,43	0,57
Eben merkl. Unterschied (Uhth.)	1,06	1,01	1,28	1,09	1,36

Also auch für das Farbengedächtnis gröfste Genauigkeit im Gelb und Blaugrün, wie für die Farbenunterschiedsempfindlichkeit. Eine Bevorzugung der reinen (benannten) Farben läfst sich dabei nicht feststellen.

Bei meinen eigenen Untersuchungen stellte ich mir, wie oben schon bemerkt, zwei Aufgaben:

1. zu untersuchen, ob es ein spezifisches Farbengedächtnis gibt,
2. zu ermitteln, wie die Reproduktion einer unbenannten einfachen Farbenvorstellung vor sich geht.

Versuchsanordnung.

Alle Versuche wurden mit dem Asherschen Farbenmischapparat angestellt. Eine genaue Beschreibung des Apparats findet sich in d. Verhandl. d. deutschen physik. Gesellschaft 1903 Jahrgang V 18/19. Da für meine Versuche die Einteilung der Lichtwellenskala in 5 $\mu\mu$ zu grob war, wurde auf der einen Seite des Apparats noch eine feinere Skala angebracht, diese aber nicht

nach $\mu\mu$, sondern nach $^1/_2$ mm geaicht und zur genaueren Ablesung mit einem 20tel Nonius versehen. Ich gebe daher auch in meinen Protokollen die Werte stets nach $^1/_2$ mm an und füge die Noniuszahl bei; also würde z. B. 23^{14} bedeuten $^{23}/_2$ mm $+ {}^{14}/_{40}$ mm. Da es für meine Zwecke nur auf einen Vergleich der Zahlen ankam, war diese Schreibweise erlaubt. Aus demselben Grunde wurde auch von einer Aichung mit Hilfe der Fraunhoferschen Linien abgesehen. Zur Veranschaulichung setze ich hier Zahlen der mm- und der $\mu\mu$-Skala, die sich entsprechen, untereinander.

0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60 mm
393	422	450	478	507	534	562	589	617	643	670	697	724 $\mu\mu$

Ich stellte meine Versuche mit vier Farben an, nach der mm-Skala 15, 23, 30, 50, nach der am Asherschen Apparat befindlichen Skala einem Blau von 478 $\mu\mu$, einem Grün von 523 $\mu\mu$ (ein Gelbton beigemischt), einem Gelb von 562 $\mu\mu$ und einem Rot von 670 $\mu\mu$.

Um die Spektralfarben langsamer am Auge vorbeiziehen lassen zu können, habe ich auch die Schraube des Asherschen Apparates durch eine solche mit einem gröfseren Knopf ersetzen lassen. Der Apparat gestattete auch, die 4 benutzten Farben in subjektiv gleicher Helligkeit darzustellen. So benutzte ich bei der Farbe 15 Spaltweite 40, bei 23 und 30 Spaltweite 20, bei Farbe 50 Spaltweite 140. Da ich Farben*qualitäten* miteinander vergleichen wollte, mufste ich die Intensitäten d. h. Helligkeiten *subjektiv* gleichnehmen. Wären nämlich die Helligkeiten objektiv gleich gemacht worden, so wären die zugehörigen *Empfindungs*intensitäten notwendig verschieden gewesen, mithin wären hierdurch schon die Gesamteindrücke der Farben verschieden geworden, ein reiner Vergleich der Farbenqualitäten also nicht durchführbar gewesen. Um einen reinen Vergleich von E_q mit $E_q{}^1$ zu ermöglichen, mufs $E_i = E_i{}^1$ (nicht etwa $R_i = R_i{}^1$) sein. Während aller Einstellungen blieben die Lichtöffnungen der gegenüberliegenden Seite und die Weifszusatzöffnung geschlossen. Auch auf der mit den neuen mm-Skalen versehenen Seite wurde nur die untere Schraube benutzt, so dafs also der obere Halbkreis belichtet erschien. Dabei stand die Sättigungsschraube zwischen 4 und 5. Die Irisblende wurde nie benutzt; das Okular wurde z. T. etwas ausgezogen, um dadurch ein reineres

Bild zu erhalten (s. Fehlerquelle S. 9). Die Versuchsperson saſs in einer besonderen Tuchdunkelkammer, in welche der Okularteil des Apparats hineinragte.[1]

Die Versuche wurden im allgemeinen nach zwei Methoden angestellt.

A. Methode der nicht alternierenden Reihen. Vor jeder Versuchsreihe muſste die Vp. 5—10 Minuten im Dunkeln sitzen. Dann wurde ihr eine der Farben („Normalfarbe“) eine Minute lang gezeigt mit der Weisung, sie genau anzusehen, damit sie dieselbe nachher gut einstellen könne. Bevor die Minute vorbei war, wurde nochmals gesagt: „gut ansehen! gleich ist's vorbei.“ Kurz vor dem Verschwindenlassen der Farbe wurde, um die Vp. nicht zu erschrecken, „fertig“ gerufen. Dann trat eine Fünfminutenpause ein (bei Sch. 10 Min.). Während dieser Zeit und während der Adaptationsperiode, überhaupt während aller Versuchspausen las der Versuchsleiter der Vp. Unterhaltungslektüre vor, oder (seltener) unterhielt sich der Versuchsleiter über ein beliebiges Thema mit der Vp. Zur Gedächtnisprüfung wurde der Vp. dann nach Ablauf der fünf Minuten die Farbenskala des Apparates vorgeführt, und zwar an dem einen Tage nur absteigend, d. h. ausgehend von einer um $^5/_2$ mm gröſseren Wellenlänge, am anderen Tag nur aufsteigend. Nur zur Kontrolle der Aufmerksamkeit und zur Ausschaltung eines gröberen Zeitfehlers wurde zuweilen ein etwas entfernterer Ausgangspunkt gewählt. Wenn die Vp. glaubte, ich sei in der Nähe der Normalfarbe, muſste sie sagen: „Langsamer.“ Ich folgte dieser Aufforderung, sah aber, um ganz unbeeinfluſst zu bleiben, nur selten auf die Skala, bevor die Vp. endgültig „gut“ gesagt hatte. Ich lieſs jedesmal 11 Einstellungen nacheinander ohne neue Exposition machen. Diese Einstellungen folgten ohne Pause aufeinander, wenn nichts dazwischen zu protokollieren war. Einschlieſslich der Protokollierung der Bemerkungen nahm eine solche Reihe 10—15 Min. in Anspruch. Dazu kommt die Adaptationszeit und die Pause, so daſs die ganze Versuchsreihe etwa eine halbe Stunde beanspruchte. Von solchen Reihen konnten meistens zwei an

[1] Anfangs wurde statt der Dunkelkammer nur eine Zylinderhutschachtel verwendet, in die der Kopf gesteckt wurde; darüber wurde dann ein schwarzes Tuch gebreitet. Wegen der Unbequemlichkeit für die Vp. wurde diese Anordnung geändert.

einem Tage von einer Vp. fertig gestellt werden. Dabei wurden aber stets an einem Tag verschiedene Farben verwendet, da sonst ja die ersten Einstellungen ihren Übungseinfluſs zu stark auf die zweite Reihe geltend gemacht hätten. Um diesen Übungseinfluſs überhaupt möglichst auszuschalten, wurde frühestens am zweiten Tage ein und dieselbe Versuchsreihe, d. h. mit derselben Farbe wiederholt.

Als Vpn. bei diesen Versuchen dienten Dr. Scholl (Sch.), Dr. Kronfeld (Kr.), Frl. Bayreuther (B.) und ich (L.). Die Versuchszeit für B. und L. war morgens von 9—11, für Sch. nachmittags 6—7, für Kr. wechselnd meist zwischen 4 und 6 Uhr. Bei allen Versuchen war ich Versuchsleiter, nur wenn ich selbst Vp. war, leitete Frl. Bayreuther.

B. Methode der alternierenden Reihen will ich das Verfahren nennen, bei dem ich in ein und derselben Reihe abwechselnd die obere und untere Schwelle bestimmt habe. Eine solche alternierende Reihe wurde folgendermaſsen angestellt. Der gröſsere Teil dieser Gruppe von Versuchen wurde erhalten, nachdem vorher die zu merkende Farbe eingeübt war. Ich stellte z. B. der Vp. ein bestimmtes Gelb 30″ lang[1] ein mit der Weisung, sich die Farbe zu merken. Nach 20—30″ ging ich dann vom Grünen aus und lieſs die Vp. mir angeben, wann sie das vorher gezeigte Gelb wieder zu erkennen glaube; den Fehler, den die Vp. hierbei machte, zeigte ich ihr, indem ich vor ihren Augen von der falsch eingestellten Farbe zur richtigen verstellte; dann lieſs ich diese wieder kurz (etwa 10″) anschauen und ging von der anderen Seite, also Orange aus. Der Fehler wurde wieder demonstriert. Das machte ich gewöhnlich 3 mal von jeder Seite aus, blieb noch ein groſser Fehler, dann öfter, bis 6 mal. Diese Vorübungen nenne ich mit Kries und Schottelius Erlernungsreihen. Die so eingeübte Farbe lieſs ich dann in verschiedenen Intervallen, meist 5 oder 10 Min., ein oder mehrere Tage nach der letzten Exposition der Erlernungsreihe wieder alternierend einstellen. Wie die Versuchsreihen im Einzelfall gewonnen sind, steht jedesmal im Protokoll. Öfters habe ich aber die Farbe gar nicht in einer Erlernungsreihe einüben lassen, sondern sofort 1′ lang gezeigt. Schlieſslich habe ich auch Gedächtnisreihen von

[1] Vielleicht wäre es zweckmäſsiger gewesen, wie bei den nicht alternierenden Reihen stets 1 Min. zu wählen.

Farben aufgenommen, die in früheren Versuchen oft gesehen worden waren, aber nicht mit dem Auftrag, diese Farben im Gedächtnis zu behalten. Bei dieser Gruppe konnte ich nicht jedesmal die gleiche Anzahl von Einzelversuchen für eine Reihe machen, sondern mufste mich sehr nach den Vpn. richten; oft schlofs ich auch ab, wenn ich die für mich wichtige Erscheinung mit ausreichender Sicherheit konstatiert hatte. Bei diesen Versuchen dienten als Vpn. aufser den vorerwähnten noch Herr Dr. Poppelreuther (P.) und Herr cand. med. Leeser (Le.); aufserdem kamen für diese Gruppe noch eine gröfsere Zahl von Studenten in Betracht, meist jüngere Mediziner, die keine psychologische Vorbildung besafsen. Ich zog diese hinzu, weil ich den bei anderen konstatierten Fund auf eine etwas breitere Basis stellen wollte. Da ich mich bei diesen Herrn ganz nach ihrer freien Zeit richten mufste, konnten die Versuche dieser Gruppe nicht zu bestimmten Tageszeiten durchgeführt werden.

Fehlerquellen.

Der Apparat selbst zeigt eine Anzahl kleiner und grofser Mängel. Es ist zunächst immerhin fraglich, ob die Lichtquelle im Laufe von Monaten konstant bleibt. Ich habe einmal ein neues Glühstrümpfchen aufgesetzt, ohne dafs eine Vp. mir spontan oder auf Befragen etwas von einer Änderung sagen konnte. Trotzdem unterliegt es keinem Zweifel, dafs sich die Helligkeitsintensität des gezeigten Bildes ändert, wenn auch lange nicht in dem Mafse, wie wir es z. B. bei gewöhnlicher Glühlichtbeleuchtung wahrnehmen. Die gezeigte Farbe konnte ferner nur einen Halbkreis ausfüllen. Infolgedessen entstand auf dem anderen Halbkreis die Gegenfarbe, die von Vpn., die ihre Aufmerksamkeit nicht ganz auf den oberen Halbkreis konzentrieren konnten, immer mit bei der Einstellung verwertet werden mufste. Manchmal gaben sie an, im unteren Halbkreis nur ein Braun oder Grau zu sehen. Teilweise war der zu beobachtende Halbkreis auch von störenden andersfarbigen Bogen umgeben. Auch der Halbkreis selbst war nicht ideal einfarbig. Zunächst bemerkte man, wenn das Okular nicht etwas herausgezogen wurde, eine Unzahl von Schmutzflecken, wie Stäubchen, Härchen, Pünktchen ausschauend. Diese kleinsten Partikelchen wurden meist beim Vorbeiführen der Skala an einem bestimmten Punkt am deutlichsten

gesehen und mögen dadurch die Ergebnisse beeinflufst haben.[1] Neben diesen dunklen Stellen war besonders auffallend eine kleine helle rechteckig begrenzte Stelle, welche einem Bild der Spaltöffnung entsprach und mit dieser sich verschob. Die Spaltöffnung konnte nicht so eng eingestellt werden, dafs die Gesamtfläche stets ein vollkommen einheitliches Bild, d. h. nur eine homogene Farbe darbot; sondern die linke Hälfte zeigte eine Farbe, die ein wenig mehr nach dem kurzwelligen Spektrumende lag als die rechte. [Nur bei Rot wurde dieser Unterschied nicht bemerkt.]

Die Fehler, die ganz allgemein durch die Methode der Minimaländerungen (Grenzmethode) bedingt sind, will ich hier nicht aufzählen. Hier mache ich nur darauf aufmerksam, dafs sie gerade in diesem Fall besonders erhebliche Fehler einschliefsen könnte. Inwieweit diese Befürchtungen zurecht bestehen, wird an einer anderen Stelle dargetan.

Auch die spezielle Methode, welche ich angewandt habe, könnte zu Bedenken Anlafs geben. Speziell könnte man fragen: Hat es nicht einen Einfluſs auf die Ergebnisse, dafs ich 11 Einstellungen machen liefs und mich nicht mit einer oder dreien begnügte? Von vornherein müfste man ja sagen: Ist das Gedächtnis einmal befragt und hat es seine Antwort gegeben, so ist die Frage erledigt. Die übrigen 10 Antworten müssen das Ergebnis nur trüben, insofern sie nicht nur Gedächtnisleistungen in bezug auf die Normalfarbe sind, sondern wahrscheinlich auch durch die erste Fehleinstellung der Reihe beeinflufst sind; ja man könnte sogar mit Recht behaupten, dafs jede Einstellung durch die Summe aller voraufgehenden bedingt sei. Die folgenden Erörterungen werden ergeben, dafs diese Fehlerquelle allerdings eine Rolle spielt, dafs sie aber zugleich auch wesentlich neue Aufschlüsse gibt. Die verschiedenen Vpn. sowohl als auch die einzelne Vp. zu verschiedener Zeit sind über die hier aufgeworfene Frage geteilter Meinung. Manchmal gibt die Vp. zu, dafs sie sich auch etwas nach der ersten Einstellung gerichtet hat, ein andermal behauptet sie hingegen „Nein, die hab' ich ganz vergessen. Für mich ist nur das Urbild mafsgebend."

Zuweilen wird übrigens auch behauptet, die Einstellung richte

[1] Vom 7. bezw. 8. IV. an wurde daher das Okular bei allen Versuchen etwas ausgezogen, s. d. Protokolle.

sich nach einer Abstraktion der Farbe. Dafs dies in der Tat öfter der Fall ist, geht auch aus dem Umstand hervor, dafs einzelne Vpn. sich bei der Einprägung der Farbe Worte merkten, etwa „himmelblau", „junglaubgrün", oder ähnliches. In diesem Fall handelt es sich kaum noch um die verlangte Reproduktion auf Grund des Gedächtnisbildes der Normalfarbe, sondern um die Reproduktion nach einem längst vorhandenen, durch ein Wort fixierten Begriff. Hier möchte ich auch noch kurz etwas erwähnen, was bei der Besprechung der Ergebnisse genauer berücksichtigt wird. Betrachtet man nämlich die Resultate der Einzelreihen, so findet man verschiedentlich, dafs die Ergebnisse in den späteren Reihen besser sind als in den früheren. Das bedeutet nun insofern keine Fehlerquelle, als diese Übungserscheinung allen Gruppen zugute kommt; ob ganz gleichmäfsig, ist allerdings fraglich. Für einzelne Einstellungen waren auch Reflexionen verschiedener Art von Nachteil. Wenn ich z. B. bei Rotversuchen vom Gelbrot kam glaubte eine Vp., sie bliebe, geblendet von der Intensität, im Hellen zurück, und drehte so weit, dafs eine sonst nicht bei ihr vorhandene gekreuzte Schwellenkurve entstand. Für wieder andere Einstellungen sind nicht solche Korrekturüberlegungen, sondern das ästhetische Empfinden mitbestimmend, wie es verschiedentlich klar zu Protokoll gegeben wird. Nicht ganz ohne Einfluſs auf die Resultate waren auch sicherlich die Zwischenpausen zwischen den Einzeleinstellungen, in denen etwas von den Vpn. zu Protokoll gegeben wurde. Ich konnte aber mit dem Protokollieren nicht bis zum Schluſs der ganzen Reihe warten, da die Vp. unmöglich behalten konnte, zu dem wievielten Versuch sie etwas anzugeben hatte Wenn es auch nicht immer so störend empfunden wurde wie von Br. 1 (siehe unten), so läfst sich doch an einzelnen Kurven der alternierenden Reihen nachweisen, dafs es einen beträchtlichen Unterschied bedeutet, ob man die Einstellungen unmittelbar aufeinander folgen läfst, oder ob kleine Pausen entstehen. Da dies überall erwähnt ist, so läfst sich ein auf diesem Weg entstandener Fehler leicht durch Eliminieren des bezüglichen Versuchs beseitigen. Einen geringen, aber doch meist nachweisbaren Fehlereinfluſs auf die nächstfolgende Einstellung hatten auch die Reuefälle.[1]

[1] So nennt Ziehen in seiner Vorlesung die Einstellungen, die unter dem Eindruck stehen, bei dem vorausgegangenen Versuch einen Fehler in bestimmter Richtung gemacht zu haben.

War einmal ein Fehler gemacht, so nahm die Vp. sich beim nächsten Mal so zusammen, dafs sie gewöhnlich weit hinter dem der kontinuierlichen Kurve entsprechenden Wert zurückblieb. Die Reue führte zur Überkompensation. Ich habe alle diese Reuefälle, da es mir interessant war, diese so gekennzeichnete Reaktion zu verfolgen, wohl in meine Privatprotokolle aufgenommen, aber da sie rechnerisch nicht verwertet wurden, in den Versuchsreihen dieser Arbeit nicht erwähnt.

Versuchsprotokolle.

In den folgenden, in Auswahl mitgeteilten Einzelprotokollen gebe ich zunächst die Einstellungen, wie sie aufeinander folgten, daran anschliefsend die zu der Reihe gemachten Bemerkungen wieder. Aufserdem habe ich auch besondere, auffallende Umstände hier vermerkt.

A. Nicht alternierende Reihen.

Vp. Sch. Gelb. Farbe 30.

Obere Schwelle.

I. 17. III. 10. 1. 29^{13}, 2. 30^{9}, 3. 30^{7}, 4. 30^{6}, 5. 30^{13}, 6. 30^{3}, 7. 31^{4}, 8. 30^{16}, 9. 30^{5}, 10. 30^{19}, 11. 30^{12}. Zur 4. Einstellung: „Eher etwas zu weit nach grün, aber die Dreckfiguren[1] noch nicht ganz richtig“. Zur 6. u. 8. E.: „Die Scheinbewegung des Kreises nach oben störte eben sehr.[2] Am Schlufs auf Befragen nach der Beeinflussung durch frühere Versuche: „Als ich es einmal zu grün empfand, da hab ich mir wohl gesagt: nimm dich in acht, dafs sich das Grün nicht einschleicht.“

II. 24. III. 10. 1 30^{7}, 2. 30^{13}, 3. 31^{3}, 4. 30^{11}, 5. 30^{17}, 6. 31^{1}, 7. 31^{1}, 8. 31^{0}, 9. 30^{14}, 10. 31^{2}, 11. 31^{4}. Zur 2. E.: „Die Helligkeit der Farbe in der mir dargebotenen Gegend schien mir jetzt stärker als bei Darbietung der Normalfarbe. Diesmal habe ich mir keine Spracherinnerung gemerkt.“

III. 11. IV. 10. 1. 30^{11}, 2. 30^{12}, 3. 30^{10}, 4. 30^{14}, 5. 31^{0}, 6. 30^{19}, 7. 31^{7}, 8. 31^{7}, 9. 31^{13}, 10. 31^{11}, 11. 31^{15}. Beim Betrachten der Normalfarbe: „Ich sagte mir: Es ist ungefähr die Farbe, die du schon kennst. Ich fand sie etwas dunkler als sonst. Zur 3. u. 6. E.: „Wenn ein Fehler, dann eher zu weit nach dem Grünen.“

IV. 18. IV. 10. 1. 31^{5}, 2. 30^{15}, 3. 30^{17}, 4 31^{9}, 5. 31^{3}, 6. 31^{5}, 7. 31^{15}, 8. 31^{7}, 9. 31^{14}, 10. 31^{15}, 11. 31^{11}. Beim Betrachten der Normalfarbe: „Das ist doch nicht das Gelb, das ich sonst immer gesehen habe, viel zu wenig nach dem Grünen; sehr ungesättigt.“ Zur 5. E.: „Die richtige Farbe habe ich überhaupt noch nicht gesehen, diese sind alle zu gesättigt.“ Am Schlufs: „Es fiel mir sehr schwer.“

V. 25. IV. 10. 1. 30^{15}, 2. 30^{15}, 3. 30^{16}, 4. 30^{17}, 5. 31^{3}, 6. 30^{17}, 7. 30^{16}, 8. 30^{15}, 9. 30^{17}, 10. 30^{13}, 11. 30^{17}.

[1] S. S. 9.

[2] Ermüdung des M. rectus sup.

Untere Schwelle.

VI. 21. III. 10. 1. 30^{3}, 2. 29^{12}, 3. 29^{3}, 4. 28^{16}, 5. 28^{8}, 6. 28^{5}, 7. 28^{9}, 8. 28^{10}, 9. 28^{5}, 10. 28^{7}, 11. 28^{6}. Zur 3. E.: „Bei den bisherigen Versuchen tauchte mir in unausgesprochenen Worten auf, was ich mir bei der Einprägung gesagt hatte: Nur wenig Grün in dem Gelben und Helligkeit ziemlich gering.“ Zur 4. E.: „Der Gesamteindruck ist jetzt ein ganz anderer wie bei Beginn; die gelbe Fläche ist gröfser und näher und von einem blauen Hof umgeben.“ Zur 5. E.: „Die Helligkeit stimmt nicht, sie ist zu grofs gegen das, was ich als memorandum gesehen habe.“ Zur 6. E.: Bei 27^{0} gesagt: „So, jetzt hab ich die richtige Helligkeit.“ Zur 7. E.: „Ich habe ganz kurze Nachbilder etwa 1“.“ Zur 8. E.: „Vielleicht ein bischen zu weit nach Gelb; während des Versuchs ist die Gegend der eingestellten Farbe deutlich heller geworden.

VII. 7. IV. 10. 1. 29^{8}, 2. 29^{9}, 3. 29^{11}, 4. 29^{11}, 5. 29^{4}, 6. 29^{1}, 7. 28^{17}, 8. 28^{19}, 9. 28^{18}, 10. 29^{1}, 11. 29^{7}. Beim Betrachten der Normalfarbe: „Ich dachte mir, es sei ein reines Gelb; im gelben Gebiet aber näher dem Grünen als dem Orange.“ Zum Schlufs: „Der gelbe Halbkreis war die 4 letzten Male von Violett umgeben. Sprachlich wie beim Einprägen.“

VIII. 14. IV. 10. 1. 29^{5}, 2. 29^{8}, 3. 29^{7}, 4. 29^{12}, 5. 29^{6}, 6. 29^{10}, 7. 29^{6}, 8. 29^{7}, 9. 29^{1}, 10. 29^{1}, 11. 29^{5}. Zur 1. E.: „Ein bischen zu dunkel; Farbe richtig.“ Zur 3. E.: „Wohl weiter nach Gelb als die vorigen; doch nicht falsch.“ Zur 5. u. 11. E.: „Gut oder zu weit nach Gelb.“ Zum Schlufs: „Eine Unsicherheit tritt auf, wenn man einen Augenblick nicht mehr zentral fixiert.“

IX. 21. IV. 10. 1. 28^{1}, 2. 28^{15}, 3. 28^{10}, 4. 28^{12}, 5. 28^{8}, 6. 28^{6}, 7. 29^{0}, 8. 28^{18}, 9. 28^{11}, 10. 28^{9}, 11. 28^{8}. Zur 2. E.: „Vielleicht zu weit nach Gelb.“

X. 27. IV. 10. 1. 29^{1}, 2. 29^{2}, 3. 29^{6}, 4. 29^{2}, 5. 28^{18}, 6. 29^{0}, 7. 29^{3}, 8. 29^{7}, 9. 29^{13}, 10. 29^{3}, 11. 29^{6}. Beim Betrachten der Normalfarbe: „Fast reines Gelb; mit vieler Mühe eine Spur von Grün zu sehen und zwar links.“

Vp. Sch. Blau. Farbe 15.

Obere Schwelle.

I. 17. III. 10. 1. 15^{7}, 2. 15^{5}, 3. 14^{7}. 4. 14^{17}, 5. 15^{9}, 6. 15^{19}, 7. 15^{11}, 8. 15^{18}, 9. 15^{17}, 10. 16^{0}, 11. 15^{16}. Zur Normalfarbe: „Tief gefärbter Himmel, wie im Theater oder auf Bildern von Italien.“ Zur 3. E.: „Vielleicht ein bifschen zu dunkel; zu ungesättigt, aber schon zu dunkel.“ Zur 5. E.: „An Helligkeit ungefähr richtig. Ich habe mir gesagt: Du kommst zu sehr ins Dunkle, wenn du der Sättigung nach gehst“. Zur 8 E.: „Ziemlich befriedigend.“

II. 24. III. 10. 1. 14^{16}, 2. 14^{11}, 3. 14^{13}, 4. 14^{13}, 5. 14^{18}, 6. 14^{15}, 7. 14^{12}, 8. 14^{10}, 9. 13^{18}, 10. 14^{7}, 11. 14^{4}. Zur Normalfarbe: „Das Blau ist immer blasser geworden“. Zur 1. E.: „Farbenton gut. Helligkeit nicht grofs genug.“ Zur 3. E.: „Nicht so gesättigt wie beim Einprägen.“ Zur 7. E.: „Ich sage gut, weil mir der Farbenton sonst zu weit nach dem Violetten hinzugehen scheint. Aber die Helligkeit und der Blauton sind zu gering.“ Zur 9. E.: „Dies war weiter nach dem Violetten hin. Aber es läfst sich eben kein ähnlicher Farbenton einstellen. Sprachliche Hilfe: Selbst für einen italienischen Himmel ist dies Blau noch zu gesättigt.“

III. 11. IV. 10. 1. 14^3, 2. 14^{11}, 3. 14^{18}, 4. 14^{17}, 5. 15^0, 6. 15^8, 7. 15^7, 8. 15^2, 9. 15^2, 10. 15^5, 11. 15^3. Am Schlufs: „Das Blau ist viel schwerer begrifflich zu fixieren. Links sehe ich eher Violett auftreten. Mit ausgezogenem Okular arbeitet sich entschieden viel leichter."

IV. 18. IV. 10. 1. 15^0, 2. 15^9, 3. 14^{13}, 4. 14^{19}, 5. 14^{15}, 6. 15^0, 7. 14^{18}, 8. 15^9, 9. 14^{19}, 10. 14^6, 11. 15^2. Zur 3. E.: „Sehr unsicher." Zur 4. E.: „Das erscheint mir richtiger, obwohl es ziemlich verschieden sein mufs von den früheren Einstellungen." Zum Schlufs: „Auch weiter sehr unsicher".

V. 25. IV. 10. 1. 15^{12}, 2. 14^{14}, 3. 15^1, 4. 15^2, 5. 15^1, 6. 14^{17}, 7. 14^{18}, 8. 14^{15}, 9. 14^{14}, 10. 14^{15}, 11. 14^{14}. Zur 2. E.: „Nur etwas zu dunkel."

Untere Schwelle.

VI. 21. III: 10. 1. 14^8, 2. 14^{17}, 3. 14^{16}, 4. 14^8, 5. 14^5, 6. 13^{15}, 7. 14^4, 8. 13^{15}, 9. 13^{17}, 10. 14^1, 11. 13^{16}. Zur Normalfarbe: „Die kenn' ich nicht. Sie erscheint mir viel dunkler, als die, welche ich als tief himmelblau gesehen habe." Zur 1. E.: „Ich hatte das unangenehme Wissen, dafs sie bei der Einstellung allmählich heller geworden ist." Zur 2. E.: „Vielleicht zu weit nach dem Grünen hin, aber vorher ungenügende Helligkeit." Zur 7. E.: „Eben sagte ich mir: Es war doch ein richtiges tiefes Blau, was du dir einprägen solltest, und ich glaube, dafs ich jetzt mehr nach dem viol. Ende eingestellt habe, dafs ich vorher falsch eingestellt habe und einstellen mufste, weil mir jetzt diese Farbentongegend bedeutend heller erscheint."

VII. 7. IV. 10. 1. 15^5, 2. 15^4, 3. 15^3, 4. 14^{12}, 5. 14^{19}, 6. 15^0, 7. 14^{15}, 8. 14^{13} 9. 14^{14}, 10. 14^{13}, 11. 14^3. Zur 2., 5. u. 10. E.: „Wenn es falsch ist, dann etwas zu weit nach dem Grün." Zur 7. E.: „Dies ziemlich befriedigend; gar keine Begleiterscheinung."

VIII. 14. IV. 10. 1. 15^2, 2. 14^{12}, 3. 14^7, 4. 13^{15}, 5. 13^{13}, 6. 14^2, 7. 13^{11}, 8. 13^{13}, 9. 13^{17}, 10. 13^{15}, 11. 13^{10}. Zur 2. E.: „Gut oder zu weit." Zur 3. E.: „Bei der Einprägung ein anderes Merkmal wie früher; diesmal kein Violett, sondern mehr ein ungesättigtes Blau, wie an manchen schweren Tagen der Himmel; schwer zu beschreiben." Am Schlufs: „Ich habe mich weiter nach dem Ungesättigten gerichtet."

IX. 21. IV. 10. 1. 14^{15}, 2. 14^6, 3. 13^{15}, 4. 13^{14}, 5. 14^6, 6. 13^{17}, 7. 14^0, 8. 13^{17}, 9. 13^{18}, 10. 13^{15}, 11. 13^{11}. Am Schlufs: „Beim Einprägen hatte ich mir gesagt: Es ist ein reines Blau, nichts von Violett, nichts von Grün, ein ziemlich helles Blau. Danach habe ich mich nachher auch gerichtet."

X. 27. IV. 10. 1. 14^{13}, 2. 14^3, 3. 14^6, 4. $14,^5$ 5. 14^1, 6. 13^{19}, 7. 13^{16}, 8. 14^7, 9. 14^{10}, 10. 14^7, 11. 14^8. Zur Normalfarbe: „Erstaunt, wie hell und ungesättigt das Blau ist." Zum Schlufs: „Entsprechend dem helleren Einprägungsblau blieb ich auch heute weit mehr im Hellen."

Vp. Kr. Farbe 50. Rot.

Obere Schwelle.

I. 22. III. 10. 1. 47^{17}, 2. 48^{10}, 3. 48^0, 4. 47^{18}, 5. 47^{10}, 6. 47^8, 7. 47^{16}, 8. 48^6, 9. 47^{13}, 10. 47^8, 11. 47^{19}. Zur 2. E.: „Das erste war viel zu hell." Zur 5. E.: „Ungenau, aber zu hell." Zur 6. E.: „Diesmal war's richtig; nicht so hell." Zur 7. E.: „Es schwankt jetzt sehr stark nach dunkel; vorher war alles zu hell." Zu 10. E.: immer noch zu hell."

II. 27. III. 10. 1. 48^{13}, 2. 48^{6}, 3. 48^{7}, 4. 48^{12}, 5. 48^{11}, 6. 48^{2}, 7. 48^{13}, 8. 48^{2}, 9. 49^{2}, 10. 48^{16}, 11. 49^{11}. Zur 1. E.: „Ist schon zu hell." Zur 2. E.: „Ziemlich genau geworden." Zur 8. E.: „Die Aufnahmefähigkeit für Rot ermüdet kolossal." Zum Schlufs: „Wenn Sie mir Rot zum Einprägen geben, kann ich zu Beginn vielleicht 10" lang vor Helligkeit nichts im Gesichtsfeld unterscheiden. Dann nimmt die Intensität allmählich stetig ab, obwohl ich weifs, dafs nichts verändert wird. Später bei dem Vergleich rechne ich immer damit, dafs mein Auge ermüdet, und sage daher immer schon auf den mir dunkler vorkommenden Gesichtsfeldern, dafs die gewünschte Nuance erreicht ist."

III. 31. III. 10. 1. 48^{17}, 2. 47^{6}, 3. 47^{11}, 4. 48^{7}, 5. 48^{9}, 6. 48^{1}, 7. 48^{13}, 8. 48^{6}, 9. 48^{12}, 10. 48^{13}, 11. 48^{5}.

IV. 4. IV. 10. 1. 49^{0}, 2. 48^{10}, 3. 48^{0}, 4. 47^{16}, 5. 47^{9}, 6. 48^{4}, 7. 47^{9}, 8. 47^{12}, 9. 48^{2}, 10. 47^{16}, 11. 47^{8}. Die Normalfarbe wurde dem r. Auge gezeigt; die 5 ersten und die letzte E. auch mit dem r. Auge gemacht, die 5 anderen mit dem linken.

V. 15. IV. 10. 1. 49^{19}, 2. 48^{10}, 3. 48^{3}, 4. 48^{2}, 5. 48^{2}, 6. 49^{19}, 7. 47^{18}, 8. 47^{12}, 9. 47^{5}, 10. 47^{9}, 11. 47^{11}. Normalfarbe rechts gezeigt. Die 5 ersten und die letzte E. links, die anderen rechts. Zur 1. u. 2. E.: „kolossal hell." Zur 3 E.: „etwas weniger hell."

Untere Schwelle.

VI. 25. III. 10. 1. 50^{10}, 2. 48^{6}, 3. 48^{3}, 4. 47^{19}, 5. 48^{12}, 6. 48^{19}, 7. 50^{0}, 8. 49^{16}, 9. 50^{6}, 10. 50^{1}, 11. 49^{13}. Zur 2. E.: „Das war auch sehr schön; lauter richtige Fälle." Zur 6. E.: „Ich finde es sehr genau." Zur 7. u. 8. E.: „Ich glaube, es wird zu dunkel." Zur 9. E.: „Ich bin sehr angestrengt, ich merke, wie die Farbenempfindung nachläfst." Zur 10. E.: „Ich werde fortwährend dunkler."

VII. 29. III. 10. 1. 49^{1}, 2. 49^{0}, 3. 48^{6}, 4. 47^{9}, 5. 48^{12}, 6. 48^{8}, 7. 47^{6}, 8. 47^{5}, 9. 47^{12}, 10. 48^{1}, 11. 47^{17}. Zur Normalfarbe: „Sie wird ganz rasch dunkler." Zur 7. E.: „Ich glaube, ich bleibe bei der ganzen Reihe zu weit im Hellroten."

VIII. 2. IV. 10. 1. 50^{0}, 2. 50^{0}, 3. 49^{2}, 4. 48^{18}, 5. 48^{19}, 6. 49^{1}, 7. 48^{19}, 8. 48^{17}, 9. 48^{7}, 10. 48^{1}, 11. 48^{8}. Zur 3. E.: „Ich glaube, ich bin vorhin zu weit ins Dunkle gegangen; das hier ist sichrer." Zur 5. E.: „Das ist noch ein bifschen zu hell. Zur 10. u. 11. E.: „Etwas zu dunkel."

IX. 11. IV. 10. 1. 49^{14}, 2. 48^{11}, 3. 48^{10}, 4. 48^{12}, 5. 49^{7}, 6. 49^{8}, 7. 49^{14}, 8. 48^{14}, 9. 48^{15}, 10. 48^{14}, 11. 49^{10}. Anordnung wie Reihe IV dieser Gruppe. Zur 1. E.: „Etwas zu dunkel." Zur 4. E.: „Die Anfangshelligkeit stört mich sehr im Vergleichen." Zur 6. E.: „Dies mufs besser geworden sein als die mit dem r. Auge.

X. 20. IV. 10. 1. 49^{17}, 2. 50^{13}, 3. 50^{7}, 4. 50^{2}, 5. 49^{10}, 6. 49^{18}, 7. 50^{3}, 8. 49^{14}, 9. 50^{1}, 10. 50^{2}, 11. 50^{6}. Anordnung wie Reihe IV dieser Gruppe. Zur 2. und 5. E.: „Das war zu dunkel." Zur 3. E.: „Das ist wesentlich besser."

Vp. Kr. Grün. Farbe 23.

Obere Schwelle.

I. 22. III. 10.' 1. 23^{18}, 2. 22^{6}, 3. 23^{1}, 4. 23^{5}, 5. 23^{6}, 6. 23^{3}, 7. 22^{16}, 8. 23^{12}, 9. 23^{0}, 10. 23^{0}, 11. 23^{3}. Zur Normalfarbe: „Sie wird beim Anschauen immer

dunkler.“ Zur 1. E.: „Wonach ich vergleiche, weifs ich eigentlich gar nicht, ich habe die Farbe gar nicht mehr so prägis im Gedächtnis.“ Zur 2. E.: Ich habe gar keine Ahnung mehr von der Gedächtnisfarbe; diese ist viel blauer, aber richtiger als eben die.“ Zur 3. E.: „Unsicher.“ Zur 4. E.: „Ich bin ganz taumlig vor Schlafen. Zur 5. E.: Ist besonders gut geworden; warum ich das glaube, weifs ich nicht.“ Zur 6. u. 7. E.: „Eher zu weit.“ Zur 8. u. 10 E.: „Sehr gut geworden.“

II. 27. III. 10. 1. 23^4, 2. 23^6, 3. 22^{18}, 4. 23^{12}, 5. 23^{10}, 6. 23^0, 7. 22^{17}, 8. 22^{16}, 9. 22^{13}, 10. 23^0, 11. 23^0. Zur 1. u. 2. E.: „Die sind sehr schön.“ Zur 4. E.: „Das war etwas zu weit.“ Zur 9. E.: „Ich glaube, ich gerate etwas zu sehr ins Blaue.“

III. 31. III. 10. 1. 22^6, 2. 22^{18}, 3. 22^3, 4. 21^{11}, 5. 22^7, 6. 22^8, 7. 22^8, 8. 22^8, 9. 22^{15}, 10. 22^9, 11. 22^{12}. Zur 1. E.: „Recht gut. Mir scheint, dafs ich weniger auf Grund der eben gezeigten Farbe einstelle, sondern nach den vielen Versuchen in dieser Farbe.“ Zur 2. 3. u. 4. E.: „Unsicher im Urteil.“ Zur 5. E.: „Sicherheitsgefühl viel gröfser als bei den letzten Versuchen.“ Zur 7. E.: „Ziemlich genau.“

IV. 4. IV. 10. 1. 22^{11}, 2. 22^7, 3. 22^{10}, 4. 22^8, 5. 22^{11}, 6. 22^{13}, 7. 21^9, 8. 21^3, 9. 20^{13}, 10. 21^2, 11. 21^8. Anordnung wie Versuch IV S. 15. Zur 4. E.: „Eher zu dunkel“. Zur 7. E.: „Ich habe gar keine Empfindung, ob es richtig ist; beim 1. Versuch links war die Empfindung viel besser. Zur 9. E.: Auch schon zu blau“.

V. 13. V. 10. 1. 23^{13}, 2. 22^{17}, 3. 23^0, 4. 22^{19}, 5. 22^9, 6. 21^{10}, 7. 21^{10}, 8. 22^7, 9. 21^{17}, 10. 21^5, 11. 20^{19}. Anordnung wie Versuch V S. 15. Zur 6. E.: „Noch zu hell.“

Untere Schwelle.

VI. 25. III. 10. 1. 22^3, 2. 22^5, 3. 22^8, 4. 22^{13}, 5. 23^{14}, 6. 23^0, 7. 23^0, 8. 22^2, 9. 22^6, 10. 22^3, 11. 22^{14}. Zur 3. E.: „Zu gelb“. Zur 4. E.: „Das ist viel dunkler, aber genauer.“ [Ich habe schneller gedreht als vorhin.] „Jetzt ist mein Gedächtnis für die Farbe schlechter, als es nach Tagen war.“ [Gemeint sind die Versuche der alternierenden Reihen.] Zur 6. u. 7. E.: „Schon wieder etwas zu weit.“ Zur 8. E.: „Jetzt ist es ganz genau; so dunkel mufs es sein.“

VII. 29. III. 10. 1. 20^{15}, 2. 21^{14}, 3. 21^1, 4. 21^5, 5. 21^8, 6. 21^5, 7. 20^{17}, 8. 21^2, 9. 21^4, 10. 21^{17}, 11. 21^{19}. Zur 1. E.: „Eher ein wenig zu weit.“ Zur 2. E.: „Zu blau“. Zur 9. E.: „Ich habe das Gefühl ziemlicher Sicherheit“. Zur 11. E.: „Zu hell“.

VIII. 2. IV. 10. 1. 23^9, 2. 23^{10}, 3. 23^3, 4. 23^3, 5. 22^2, 6. 22^{10}, 7. 22^{13} 8. 22^2, 9. 22^5, 10. 22^6, 11. 22^9. Zur 2. u. 3. E.: „Zu hell geworden.“ Zur 4 E.: „Besser als die 3 ersten.“ Zur 5. E.: „Besser als die bisherigen.“

IX. 11. IV. 10. 1. 22^8, 2. 22^{12}, 3. 22^{13}, 4. 22^{14}, 5. 22^5, 6. 22^1, 7. 22^5, 8. 22^0, 9. 21^{13}, 10. 21^{17}, 11. 21^{13}. Anordnung wie Versuch IV S. 15. Zur 7. E.: „Alle Versuche liegen zu weit nach dem Gelben hin.“

X. 20. IV. 10. 1. 22^4, 2. 21^{10}, 3. 22^8, 4. 22^{12}, 5. 22^8, 6. 21^{17}, 7. 22^2, 8. 22^{11}, 9. 22^{16}, 10. 22^6, 11. 22^{10}. Anordnung wie Versuch IV S. 15. Zur 5. u. 8. E.: „Mufs sehr gut geworden sein.“ Zur 6. E.: „Eher noch ein bifschen zu dunkel.“

Vp. B. Blau. Farbe 15.

Obere Schwelle.

I. 2. IV. 10. 1. 15^{15}, 2. 15^{16}, 3. 15^{15}, 4. 16^{8}, 5. 16^{1}, 6. 16^{3}, 7. 16^{6}, 8. 16^{2}, 9. 16^{7}, 10. 16^{9}, 11. 16^{6}. Zur 11. E.: „Ich dachte immer an das blaue Bild, das ich zuerst gesehen hatte. Da ich mich sicher fühlte, konnte ich mich auch nach den vorangegangenen richten, da ich glaubte, dafs das ja die Normalfarbe sei."

II. 6. IV. 10. 1. 15^{12}, 2. 15^{15}, 3. 15^{15}, 4. 15^{12}, 5. 15^{11}, 6. 15^{10}, 7. 15^{9}, 8. 15^{15}, 9. 15^{11}, 10. 15^{11}, 11. 15^{7}. Zur 10. E.: „Das kam mir richtiger vor als die letzten beiden."

III. 11. IV. 10. 1. 15^{9}, 2. 15^{8}, 3. 15^{10}, 4. 15^{12}, 5. 16^{5}, 6. 16^{0}, 7. 15^{19}, 8. 15^{19}, 9. 15^{17}, 10. 16^{0}, 11. 16^{0}. Zur 5. E.: „Ich denke an bleu malade".

IV. 20. IV. 10. 1. 15^{3}, 2. 15^{12}, 3. 15^{8}, 4. 15^{8}, 5. 15^{8}, 6. 15^{8}, 7. 15^{9}, 8. 15^{19}, 9. 15^{13}, 10. 15^{9}, 11. 15^{13}.

V. 23. IV. 10. 1. 15^{0}, 2. 15^{1}, 3. 15^{4}, 4. 15^{4}, 5. 15^{5}, 6. 15^{5}, 7. 15^{5}, 8. 15^{9}, 9. 15^{5}, 10. 15^{14}, 11. 15^{10}.

Untere Schwelle.

VI. 4. IV. 10. 1. 14^{3}, 2. 14^{10}, 3. 14^{9}, 4. 14^{10}, 5. 14^{8}, 6. 14^{12}, 7. 14^{7}, 8. 14^{12}, 9. 14^{19}, 10. 14^{2}, 11. 14^{17}. Zur Normalfarbe: „Ich finde dieses Blau noch bedeutend dunkler als Himmelblau." Zur 1. E.: „Es erscheint mir schwerer von einem ähnlichen Farbenton, Violett, einzustellen." Zur 3. E.: „Ich habe das eigentliche Urbild etwas vergessen. Wenn es in die Nähe kommt, mufs ich mich dran erinnern, dafs es tiefer blau war als der Himmel." Zur 6. E.: „Mir kommt es vor, als ob ich bei den letzten Versuchen immer ein wenig zu weit ins Grüne gekommen wäre." Zur 9. E.: „Wieder zu weit ins Grünliche; das Urbild ist angenehmer."

VII. 8. IV. 10. 1. 14^{5}, 2. 14^{4}, 3. 14^{6}, 4. 14^{3}, 5. 13^{12}, 6. 13^{13}, 7. 14^{5}, 8. 14^{1}, 9. 14^{1}, 10. 14^{3}, 11. 14^{10}. Zur 5. E.: „Ich war etwas beeinflufst, und wollte diesmal nicht so weit gehn." Zur 6. E.: „Ich glaube die Normalfarbe wieder richtiger getroffen zu haben."

VIII. 13. IV. 10. 1. 14^{12}, 2. 14^{8}, 3. 14^{3}, 4. 14^{11}, 5. 14^{5}, 6. 14^{12}, 7. 14^{4}, 8. 14^{3}, 9. 14^{4}, 10. 14^{4}, 11. 14^{6}.

IX. 21. IV. 10. 1. 14^{8}, 2. 14^{6}, 3. 14^{14}, 4. 14^{7}, 5. 14^{16}, 6. 14^{8}, 7. 14^{6}, 8. 14^{10}, 9. 14^{7}, 10. 14^{6}, 11. 14^{1}.

X. 25. IV. 10. 1. 14^{18}, 2. 15^{0}, 3. 14^{17}, 4. 14^{15}, 5. 15^{4}, 6. 14^{12}, 7. 14^{19}, 8. 14^{19}, 9. 14^{13}, 10. 14^{19}, 11. 15^{0}.

Vp. B. Rot. Farbe 50.

Obere Schwelle.

I. 2. IV. 10. 1. 48^{10}, 2. 47^{16}, 3. 47^{14}, 4. 47^{8}, 5. 46^{14}, 6. 45^{1}, 7. 45^{14}, 8. 46^{8}, 9. 44^{0}, 10. 45^{7}, 11. 44^{0}. Zur 5. E.: „Ich richte mich auch danach, dafs ich eine bestimmte Lichteinwirkung haben mufs, wenn das richtige Rot erreicht ist." Zur 6. E.: „Ich richte mich auch nach der vorangegangenen Farbe, da ich das Urbild nicht mehr so genau im Auge habe." Zur 10. E.: „Ich denke immer, dafs es ein Zinnoberrot sein mufs, besonders bei den letzten Versuchen." Zum Schlufs: „Beim Rot das ganze Gefühl unsicherer."

II. 6. IV. 10. 1. 48^{13}, 2. 48^{12}, 3. 48^{13}, 4. 48^{1}, 5. 47^{9}, 6. 47^{1}, 7. 47^{11}, 8. 46^{16}, 9. 46^{12}, 10. 46^{10}, 11. 46^{6}. Zur 2. E.: „Ich mufs mir sehr viel Mühe geben, mir die Normalfarbe vorzustellen.“ Zur 10. E.: „Ich merke es mir nicht nur an der Farbe für sich, sondern auch an dem Kontrast zwischen den beiden Halbkreisen; der wird, wenn die Normalfarbe kommt, viel gröfser.“

III. 11. IV. 10. 1. 48^{18}, 2. 49^{1}, 3. 48^{14}, 4. 48^{9}, 5. 48^{9}, 6. 49^{2}, 7. 48^{18}, 8. 48^{3}, 9. 48^{12}, 10. 49^{14}, 11. 49^{0}. Zur 5. E.: „Ich denke immer an die Sonne, wenn sie recht schön glüht; dann ist es richtig.“ Am Schlufs: „Im ganzen sehr sicher. Diese Farben machen wirklich Freude, jetzt wo sie so glatt sind.“ [Das bezieht sich auf das ausgezogene Okular].

IV. 20. IV. 10. 1. 50^{18}, 2. 49^{16}, 3. 49^{6}, 4. 49^{17}, 5. 50^{8}, 6. 50^{0}, 7. 50^{7}, 8. 50^{10}, 9. 50^{8}, 10. 49^{12}, 11. 50^{7}. Zur 3. E.: „Ich fühle mich etwas unsicher und glaube zuweit gegangen zu sein; doch finde ich vorher nicht die Farbe, wo ich halt sagen könnte.“

V. 23. IV. 10. 1. 50^{3}, 2. 50^{2}, 3. 50^{5}, 4. 49^{2}, 5. 49^{0}, 6. 49^{15}, 7. 49^{10}, 8. 49^{7}, 9. 49^{5}, 10. 49^{7}, 11. 48^{18}.

Untere Schwelle.

VI. 4. IV. 10. 1. 50^{0}, 2. 49^{18}, 3. 49^{11}, 4. 49^{12}, 5. 50^{1}, 6. 49^{11}, 7. 50^{19}, 8. 50^{10}, 9. 50^{18}, 10. 50^{13}, 11. 50^{13}. Beim Betrachten der Normalfarbe: „Die Normalfarbe kam mir diesmal viel dunkler vor; ich habe die Empfindung, die Roteinstellung vom vorigen Mal immer zu hell gemacht zu haben. Ich schliefse aus der Versuchsanordnung, dafs dies objektiv dasselbe Rot ist wie das letztemal.“ Zur 5. E.: „Das könnte etwas zu dunkel gewesen sein.“ Zum Schlufs: „Ich richte mich auch etwas nach den Lichtpunkten. Wenn es dunkler wird, sind die Lichtpunkte sehr klar.“ Auf Befragen: „Ich habe immer gedacht, nur nicht zu hell; bei jedem Versuch habe ich Angst gehabt.“

VII. 8. IV. 10. 1. 49^{8}, 2. 48^{12}, 3. 48^{17}, 4. 48^{1}, 5. 48^{15}, 6. 48^{3}, 7. 49^{8}, 8. 47^{19}, 9. 49^{16}, 10. 47^{16}, 11. 49^{16}. Zur Normalfarbe: „Bedeutend glatter und gröfser. [Das Okular war etwas ausgezogen]. Zur 1. E.: [Als ich bei 45^{0} beginne.] „Es schien mir fast richtig im ersten Augenblick.“ Zur 3. E.: „Ich besinne mich mehr und mehr auf die Normalfarbe Rot und denke an eine untergehende Sonne.“ Zur 5. E.: „Wieder sicherer.“ Zur 8. E.: „Es könnte doch etwas zu früh gewesen sein.“ [Von der 3. E. ab habe ich abwechselnd schnell und langsam gedreht] Zeitfehler!

VIII. 13. IV. 10. 1. 49^{10}, 2. 49^{11}, 3. 49^{2}, 4. 49^{13}, 5. 49^{12}, 6. 49^{7}, 7. 49^{8}, 8. 49^{11}, 9. 49^{12}, 10. 49^{8}, 11. 49^{15}.

IX. 21. IV. 10. 1. 50^{2}, 2. 49^{16}, 3. 49^{17}, 4. 49^{6}, 5. 49^{1}, 6. 48^{11}, 7. 49^{6}, 8. 50^{4}, 9. 49^{15}, 10. 49^{17}, 11. 50^{1}.

X. 25. IV. 10. 1. 50^{7}, 2. 50^{6}, 3. 50^{9}, 4. 50^{13}, 5. 49^{11}, 6. 50^{11}, 7. 50^{5}, 8. 50^{0}, 9. 50^{5}, 10. 50^{13}, 11. 50^{3}.

Vp. L. Blau. Farbe 15.

Obere Schwelle.

I. 1. IV. 10. 1. 14^{5}, 2. 15^{2}, 3. 15^{0}, 4. 15^{8}, 5. 15^{1}, 6. 15^{7}, 7. 15^{8}, 8. 15^{9}, 9. 15^{15}, 10. 15^{10}, 11. 15^{9}. Zur 1. E.: „Der zunächst das Auge treffende grellgrüne Licht-

strahl blendet so sehr, dafs man öfter die Augen schliefsen mufs, um von neuem den Eindruck der jeweilig vorbeifliegenden Farbe zu gewinnen. Nach meinem Ruf „Halt!“ sah ich in der Farbe zu viel violett. Es deuchte mir auch, dafs es etwas ganz verschiedenes sei, eine Farbe aus einer Reihe heraus zu treffen, als eine für sich gegebene Farbe zu betrachten.“ Zur 2. E.: „An dieser Farbe habe ich keinen violetten Ton bemerkt. Ich mufste stark an italienisches Himmelblau als Wortvorstellung denken. Von der Normalfarbe hatte ich mehr die Vorstellung der Qualität als der Intensität.“ Zur 3. E.: „Zu Beginn habe ich eine Abneigung in das Grün zu sehen; die Aufmerksamkeit wird überhaupt erst gespannt, wenn eine tüchtige Portion Cyanblau vorhanden ist, und zum Schlufs beherrscht mich die Vorstellung: „Cave violett.“ Die beiden letzten Einstellungen müssen näher beieinander liegen als etwa 1 und 2.“ Zur 6. E.: „Eine ganz andere Farbenqualität. Auch die Entstehung dieser Farbe kam mir ganz anders vor. Es war wie bei einer Verwandlungsszene im Theater. Nur dafs hier die Blauschleier von links nach rechts vorgeworfen wurden.“ Zur 9. E.: „Ziemlich unsicher.“ Am Schlufs: „Bei fast allen Einstellungen sowie auch bei der Normalfarbe merkte ich, dafs die rechte Ecke im Farbenton etwas zurückblieb. Ich spüre starke Ermüdungserscheinungen.“

II. 4. IV. 10. 1. 15^{10}, 2. 15^{6}, 3. 15^{8}, 4. 15^{13}, 5. 15^{9}, 6. 15^{18}, 7. 15^{15}, 8. 15^{11}, 9. 15^{16}, 10. 15^{13}, 11. 16^{0}. Zur Normalfarbe: „Die Farbe ist doch nicht so vollkommen blau, wie ich sie erwartet hätte; das hätte ich auch angeben können, wenn ich nicht gewufst hätte, dafs ich das letzte Mal zu weit nach dem Dunkelblau eingestellt hätte.“ Zur ganzen Reihe: „Ich glaube, im ganzen mehr nach dem violetten Ende des Spektrums abgewichen zu sein; war ziemlich sicher, indem ich auch auf einen geringen Grünzusatz achtete.“

III. 8. IV. 10. 1. 16^{3}, 2. 16^{1}, 3. 15^{14}, 4. 15^{6}, 5. 15^{18}, 6. 16^{0}, 7. 16^{1}, 8. 16^{3}, 9. 15^{19}, 10. 15^{16}, 11. 15^{17}. Zur 1. E.: „Unsicher, da ich vorher beim Anschauen der Normalfarbe öfter das Okular verschoben habe. Es drängt sich weit eher die Blauvorstellung von früher vor.“ Zur 6. E.: „Die eben voraufgegangenen waren vielleicht etwas zu dunkel.“ Am Schlufs: „Die grofse Unsicherheit bestand bis zuletzt. Ich habe die Ansicht, dafs sich das sicher an der m. V. ausdrücken mufs.“

IV. 13. IV. 10. 1. 15^{3}, 2. 15^{2}, 3. 15^{6}, 4. 15^{3}, 5. 14^{16}, 6. 15^{4}, 7. 15^{2}, 8. 14^{18}, 9. 15^{6}, 10. 15^{3}, 11. 15^{3}. Zur 6. E.: „Hierbei hatte ich ziemlich das Erinnerungsbild der Normalfarbe, d. h. nicht, die Erinnerung war da, und danach richtete ich die Einstellung; sondern der Vorgang war mehr passiv: Als die bestimmte Farbe da war, mufste ich mir sagen: So war die Normalfarbe.“ Zur 7. E.: „Die Bilder, die ich bis jetzt erlebt, sind im Grunde genommen mit diesem nicht vergleichbar. Dieses war viel gröfser, weicher, der Farbenton viel milder.“

V. 20. IV. 10. 1. 15^{13}, 2. 15^{11}, 3. 15^{12}, 4. 15^{9}, 5. 15^{10}, 6. 15^{9}, 7. 15^{9}, 8. 15^{8}, 9. 15^{5}, 10. 15^{6}, 11. 15^{8}. Am Schlufs: „Ermüdet. Es kam mir so vor, als ob meistens sehr schnell gedreht würde, so dafs ich plötzlich vor die richtige Farbe kam. Dann glaubte ich auch, dafs die eingestellte Farbe immer blauer würde. Ich konnte mich aber nicht entschliefsen, zurückzubleiben.“

Untere Schwelle.

VI. 2. IV. 10. 1. 13^{12}, 2. 13^{13}, 3. 13^{3}, 4. 13^{0}, 5. 13^{1}, 6. 13^{6}, 7. 12^{13}, 8. 13^{0}, 9. 12^{16}, 10. 12^{10}, 11. 12^{8}.

VII. 6. IV. 10. 1. 13^{0}, 2. 13^{3}, 3. 13^{0}, 4. 12^{16}, 5. 12^{13}, 6. 12^{17}, 7. 12^{3}, 8. 12^{8}, 9. 12^{13}, 10. 12^{18}, 11. 12^{6}. Am Schlufs: „Die eigentliche Normalfarbe habe ich mit Sicherheit nie gesehen. Bei den ersten Versuchen war ich erstaunt, dafs es noch ein tieferes Blau gebe; später kam mir das Anfangsviolett nicht mehr so gesättigt vor. Es war so, als ob mir durch die Versuche die Fähigkeit, violett zu empfinden, geschmälert würde. Auch das Blau kam mir farbenschwächer, blasser vor. Ich war mir fehlerhafter Einstellungen früherer Reihen nicht bewufst."

VIII. 11. IV. 10. 1. 14^{7}, 2. 14^{5}, 3. 14^{10}, 4. 14^{9}, 5. 14^{10}, 6. 14^{8}, 7. 14^{11}, 8. 14^{10}, 9. 14^{9}, 10. 14^{1}, 11. 14^{13}. Zur 1. E.: „Es sollte blau wie ein ruhiger See werden. Aber es kommen mir alle Farben ähnlich vor; am meisten stütze ich mich noch darauf, dafs rechts im Feld schon ein Wasserblau auftritt." Am Schlufs: „Die Farben scheinen mir immer heller und blasser geworden zu sein, wie wenn die Sonne über dem Meer aufgeht."

IX. 16. IV. 10. 1. 14^{2}, 2. 14^{2}, 3. 14^{2}, 4. 14^{13}, 5. 14^{18}, 6. 14^{14}, 7. 15^{0}, 8. 14^{18}, 9. 14^{19}, 10. 14^{19}, 11. 14^{17}. Zur 3. und 7. E.: „Unsicher." Am Schlufs: „Nur die beiden ersten Male war es ein Vergleichen der geschauten Farbe mit der individuellen Normalvorstellung. Später war das Urbild mehr eine allgemeine Vorstellung einer blauen Farbe, die rechts heller war. Das Taubwerden gegenüber den Farben wieder bemerkt."

X. 21. IV. 10. 1. 14^{11}, 2. 14^{12}, 3. 15^{3}, 4. 15^{1}, 5. 14^{11}, 6. 14^{12}, 7. 14^{13}, 8. 14^{16}, 9. 14^{14}, 10. 15^{2}, 11. 15^{0}.

Vp. L. Grün. Farbe 23.

Obere Schwelle.

I. 26. III. 10. 1. 24^{1}, 2. 24^{10}, 3. 24^{1}, 4 24^{5}, 5. 23^{3}, 6. 24^{4}, 7. 23^{6}, 8. 23^{9}, 9. 24^{0}, 10. 24^{3}, 11. 24^{6}.

II. 2. IV. 10. 1. 23^{17}, 2. 21^{13}, 3. 21^{14}, 4. 22^{5}, 5. 23^{0}, 6. 23^{2}, 7. 23^{13}, 8. 23^{2}, 9. 22^{13}, 10. 22^{1}, 11. 21^{9}. Zur Normalfarbe verwundert: „Das ist 23! Gestern kam mir die Farbe viel gelber vor." Zur 1. E.: „Die Farbe sah zu Beginn schon so aus wie die gestrige; ich habe anfangs auch nur Intensitätsunterschiede wahrgenommen; dann merkte ich auch gegen Schlufs noch eine Beimischung eines gelben Tons. „Halt" sagte ich aber erst, als diese Beimischung minimal schien." Zur 2. E.: „Die Intensität ist für mich lange keine so sichere Reminiszenz als die Qualität." Zur 7. E.: „Wenn ich reflektiere, so finde ich doch, dafs die Normalfarbe als individuelles Erinnerungsbild gar nicht mehr recht zu entdecken ist; sondern ich frage mich, was hast du dir bei den anderen Versuchen gesagt. Zur 9. E.: „Bei den drei letzten Einstellungen hatte ich wohl mehr im Gelb Halt gesagt, aber ich sagte mir, die vorangegangenen Einstellungen lagen mehr im Grün; das war sicherlich nicht grundlos, und so bin ich, um die Kontinuität der Reihe zu wahren, weiter nach dem violetten Spektrumende gegangen." Zur 10. E.: „Nach einer solchen Pause [Diktieren] dringt die Normalvor-

stellung viel deutlicher durch, so dafs ich von dieser Einstellung sagen kann, sie gibt ein Bild der Normalfarbe wieder.

III. 6. IV. 10. 1. 22^{17}, 2. 23^{8}, 3. 23^{5}, 4. 23^{4}, 5. 23^{7}, 6. 23^{8}, 7. 23^{15}, 8. 23^{16}, 9. 24^{0}, 10. 23^{16}, 11. 24^{0}.

IV. 11. IV. 10. 1. 22^{16}, 2. 21^{18}, 3. 23^{0}, 4. 22^{19}, 5. 22^{7}, 6. 22^{7}, 7. 22^{15}, 8. 22^{0}, 9. 21^{17}, 10. 22^{0}, 11. 22^{7}. Zur Normalfarbe: „Zu Beginn reiner Grün, jetzt mehr das Grün der jungen Blätter." Zur 2. E.: „Ich habe die Empfindung, als wäre ich sehr von der Zeit abhängig, in der ich die richtige Farbe erwarte."

V. 16. IV. 10. 1. 22^{16}, 2. 22^{13}, 3. 22^{18}, 4. 23^{2}, 5. 22^{14}, 6. 22^{12}, 7. 22^{12}, 8. 22^{9}, 9. 23^{0}, 10. 22^{13}, 11. 22^{7}. Zur 1. E.: „Sehr grofse Unsicherheit." Am Schlufs: „Im ganzen war ich etwas beeinflufst durch die Vorstellung, man bleibt zu weit im Gelb."

Untere Schwelle.

VI. 1. IV. 10. 1. 21^{18}, 2. 21^{9}, 3. 21^{6}, 4. 21^{9}, 5. 21^{19}, 6. 22^{9}, 7. 23^{0}, 8. 22^{18}, 9. 23^{12}, 10. 23^{2}, 11. 23^{7}. Zur 1. E.: „Diese Versuche sind viel schwieriger [als die mit Blau], da ein Präzisionswort fehlt. Man kann die Menge des Gelb und Grün nicht gegeneinander abwägen." Zur 2. E.: Ich denke gar nicht an die früheren Einstellungen in dieser Farbe [2 Tage vorher], sondern bin nur von der heutigen Normalfarbe und vielleicht der 1. Einstellung beeinflufst." Zur 7. E.: „Spannkraft läfst nach, unsicherer." Am Schlufs: „Gegen Ende der Versuche kam es mir darauf an, die Farbe einzustellen, die das gröfste Schwanken zwischen Grün und Gelb zuläfst. Die Intensitätsänderungen spielten eine geringere Rolle als bei den Blauversuchen."

VII. 4. IV. 10. 1. 21^{2}, 2. 21^{5}, 3. 21^{13}, 4. 22^{0}, 5. 21^{4}, 6. 21^{16}, 7. 21^{13}, 8. 21^{18}, 9. 22^{12}, 10. 22^{8}, 11. 22^{2}. Zur Normalfarbe: „Die enthält heute wieder viel mehr von dem Gelb als das letztemal. Ich glaube jetzt, dafs das mit der Tatsache zusammenhängt, dafs ich vorher längere Zeit mit dem Blau experimentiert habe. Das wäre eine Art Kontrastwirkung." Zur 1. E.: „Gröfste Unsicherheit; ich werfe alles durcheinander, die Farbe, die ich mir einprägen sollte, die Farbe vom jungen grünen Gras und die vom 1. Mal." Zur 2. E.: „Ich suche mich zu fragen: „Hatte die heutige Normalfarbe noch etwas mehr Gelb? Ich kann mich aber nicht zwingen, mir eine Antwort darauf zu geben." Zur 3. E.: „In dieser Skala scheinen mir zu viele Farben meinem Urbild zu entsprechen." Zur 5. E.: „Schon bei mehreren dieser Versuche kam es mir vor, dafs nach dem Haltruf sich doch die Farbe noch weiter nach dem roten Ende des Spektrums wenden würde. Es mag sein, dafs dies bei dem Entstehen des Unsicherheitsgefühls für Gelb eine grofse Rolle spielt." Zur 6. E.: „Mitbestimmend für den Haltruf ist auch eine kurze Spanne Zeit, die ich verstreichen lasse, nachdem ein fadenförmiges Stäubchen im Gesichtsfeld deutlich geworden ist." Zur 7. E.: „Wortvorstellungen bei dieser Reihe nicht vorhanden." Zur 10. E.: „Beim Betrachten der vorletzten Einstellung tauchte in mir der Gedanke auf: Könntest du nicht ganz allmählich zu weit nach dem Gelb abgewichen sein? Ich nahm mir vor, das beim nächstenmal zu kontrollieren. Das letztemal ging ich genau so weit und glaubte meinen Verdacht bestätigt." Zur 11. E.: „Vielleicht zu weit nach dem violetten Spektrumende im Anschlufs an den Skeptizismus."

VIII. 8. IV. 10. 1. 22^{10}, 2. 22^{10}, 3. 22^{8}, 4. 22^{3}, 5. 22^{0}, 6. 21^{15}, 7. 22^{6}, 8. 21^{18}, 9. 22^{8}, 10. 23^{2}, 11. 22^{16}. Zur 1. E.: „So grofse Unsicherheit, dafs ich anfangs schon gesagt haben würde: gut. Jetzt fällt mir erst wieder ein, dafs ich mir merken wollte: links eine Spur grüner, rechts eine Spur blauer als in der Mitte. Während des Versuchs kam ich trotz angestrengten Nachdenkens nicht auf dieses Hilfsmerkmal.“ Zur 4. E.: „Normalfarbe verschwunden; mehr Richten nach den vorhergehenden Einstellungen.“ Am Schlufs: „Gröfste Unsicherheit während der ganzen Reihe. Ich kam mir geradezu stumpf vor, d. h. in der Zeiteinheit merkte ich nur kleinere Differenzen als sonst.“

IX. 13. IV. 10. 1. 23^{3}, 2. 22^{19}, 3. 23^{10}, 4. 22^{14}, 5. 22^{17}, 6. 23^{2}, 7. 22^{12}, 8. 22^{4}, 9. 22^{16}, 10. 22^{19}, 11. 22^{18}.

X. 20. IV. 10. 1. 22^{3}, 2. 22^{12}, 3. 22^{11}, 4. 22^{16}, 5. 22^{18}, 6. 23^{0}, 7. 23^{1}, 8. 23^{2}, 9. 23^{3}, 10. 23^{2}, 11. 23^{5}. Am Schlufs: „Die Farben sind mir später qualitätsloser und heller vorgekommen; allgemein etwas ermüdet.“

Vp. L. Gelb. Farbe 30.

Obere Schwelle.

I. 20. IV. 10. 1. 31^{16}, 2. 31^{12}, 3. 31^{6}, 4. 31^{3}, 5. 30^{17}, 6. 31^{1}, 7. 30^{19}, 8. 30^{14}, 9. 31^{2}, 10. 30^{17}, 11. 30^{17}. Am Schlufs: „Ich glaube etwas nach dem Grün abgewichen zu sein.“

II. 25. IV. 10. 1. 30^{7}, 2. 30^{4}, 3. 30^{7}, 4. 30^{14}, 5. 30^{13}, 6. 31^{0}, 7. 30^{14}, 8. 30^{15}, 9. 31^{2}, 10. 30^{17}, 11. 30^{14}.

III. 27. IV. 10. 1. 31^{4}, 2. 31^{8}, 3. 31^{11}, 4. 31^{14}, 5. 32^{1}, 6. 31^{15}, 7. 31^{18}, 8. 31^{9}, 9. 31^{13}, 10. 31^{12}, 11. 31^{11}.

IV. 6. V. 10. 1. 30^{8}, 2. 30^{9}, 3. 30^{14}, 4. 30^{3}, 5. 30^{17}, 6. 30^{17}, 7. 30^{15}, 8. 30^{11}, 9. 30^{15}, 10. 30^{14}, 11. 30^{13}.

V. 9. V. 10. 1. 30^{13}, 2. 31^{6}, 3. 30^{19}, 4. 31^{7}, 5. 31^{7}, 6. 31^{10}, 7. 31^{8}, 8. 31^{9}, 9. 31^{4}, 10. 31^{2}, 11. 31^{3}.

Untere Schwelle.

VI. 23. IV. 10. 1. 29^{8}, 2. 29^{12}, 3. 29^{15}, 4. 29^{17}, 5. 29^{15}, 6. 29^{14}, 7. 30^{0}, 8. 29^{16}, 9. 29^{17}, 10. 29^{17}, 11. 30^{3}.

VII. 26. IV. 10. 1. 28^{11}, 2. 28^{11}, 3. 28^{13}, 4. 28^{14}, 5. 28^{14}, 6. 28^{17}, 7. 29^{5}, 8. 28^{15}, 9. 28^{18}, 10. 28^{12}, 11. 28^{11}.

VIII. 3. V. 10. 1. 28^{15}, 2. 28^{18}, 3. 29^{6}, 4. 29^{17}, 5. 29^{2}, 6. 29^{11}, 7. 29^{5} 8. 29^{10}, 9. 29^{14}, 10 29^{10}. 11. 29^{9}.

IX. 7. V. 10. 1. 29^{11}, 2. 29^{15}, 3. 29^{19}, 4. 29^{12}, 5. 29^{17}, 6. 29^{17}, 7. 29^{18}, 8. 29^{15}, 9. 29^{13}, 10. 29^{15}, 11. 29^{19}.

X. 10. V. 10. 1. 28^{18}, 2. 29^{6}, 3. 29^{7}, 4. 29^{12}, 5. 29^{8}, 6. 29^{6}, 7 29^{6}, 8. 29^{10}, 9. 29^{5}, 10. 29^{16}, 11. 29^{4}.

B. Alternierende Reihen.

Vp. Br. Rot. Farbe 50.

I. 8. III. 10. Erlernt nach 10 Minuten:

Su 1. 49^{4}, 3. 48^{13}, 5. 47^{14}, 7. 47^{5}, 9. 46^{17}, 11. 47^{4}, 13. 47^{1}, 15. 47^{11}, 17. 48^{7}, 19. 48^{0}.

So 2. 49^{0}, 4. 48^{8}, 6. 48^{0}, 8. 47^{9}, 10. 47^{3}, 12. 46^{11}. 14. 46^{11}, 16. 46^{7}, 18. 47^{5}, 20. 46^{11}.

Als Nebenkriterium wird verwertet, dafs das Nachbild auf dem unteren Halbkreis verschwindet, wenn die richtige Farbe erscheint. Am Schlufs folgende Selbstbeobachtung: „Wenn Du vom Hellen [S_u] kamst, stellte ich natürlich im guten Glauben auf die Übereinstimmung der Normalfarbe mit dieser Farbe ein. Wenn Du dann verdunkelt hattest, verglich ich diese beiden Farben noch weiter für mich im Gedächtnis. Die ersten paarmal war ich der festen Überzeugung, das war die richtige Einstellung. Dann aber kam es mir bei der Überlegung so vor, als wenn ich zu weit im Hellrot geblieben wäre. Meines Erachtens kam diese Reflexion durch das Einstellen vom Dunkelrot her. Ob sie auch ohnedies gekommen wäre, weifs ich nicht. In der Mitte der Versuchsreihe kam mir umgekehrt auch der Gedanke, dafs ich zu weit im Dunkeln geblieben wäre. Durch diese Überlegungen war ich sicher zum Schlufs etwas irr im Urteil und hatte den Eindruck, als ob ich vom Hellen kommend immer im Hellen und beim Dunkeln immer im Dunkeln stecken bliebe. Durch diese Reflexionen habe ich mich veranlafst gefühlt, über die letzteingestellten Farben von dieser Seite her hinwegzugehen, um zu der Normalfarbe durchzudringen. Gegen Ende der Reihe kam es mir auch vor, als wäre ich vom Dunkeln kommend zu hell geworden, höchstens ein- bis zweimal."

II. 10. III. 10. 2 Tage nach Reihe I, inzwischen nicht gesehen.

S_o 1. 50^{15}, 3. 50^{2}, 5. 50^{8}, 7. 49^{6}, 9. 49^{11}, 11. 49^{6}, 13. 47^{14}, 15. 49^{12}, 17. 46^{5}, 19. 46^{11}, 21. 47^{0}.

S_u 2. 48^{11}, 4. 47^{3}, 6. 47^{9}, 8. 48^{2}, 10. 49^{9}, 12. 48^{8}, 14. 48^{8}, 16. 47^{12}, 18. 48^{6}, 20. 48^{2}, 22. 48^{14}.

Zur 6. E.: „Zu Anfang war ich mehr im Zweifel über die Farbe; allmählich erinnere ich mich genauer, wie die Normalfarbe aussah und werde auch sicherer in meinen Angaben."

III. 15. III. 10. 5 Tage nach II.

S_u 1. 48^{18}, 3. 48^{13}, 5. 49^{1}, 7. 47^{8}, 9. 47^{10}, 11. 48^{18}, 13. 47^{3}, 15. 48^{15}, 17. 47^{2}.
S_o 2. 48^{0}, 4. 47^{15}, 6. 48^{19}, 8. 48^{8}, 10. 48^{6}, 12. 48^{2}, 14. 45^{17}, 16. 43^{4}, 18. 43^{1}.

Vp. klagte über Schlaftrunkenheit. Am Schlufs: „Je schneller die einzelnen Versuche hintereinander folgen, desto sicherer wird man. Wie die Farbe genau war, ist mir auch durch die Reihe von Versuchen nicht mehr klar ins Gedächtnis gekommen. Heute beurteilte ich die Farben nicht mehr nach dem Eindruck, wie sie mir gefallen hatten, ob schmutzig, klar, angenehm usw., sondern vielmehr nach der Farbe an sich. In dieser Reihe habe ich nur hin und her getappt, um die Farbe zu finden, war aber nirgends vollständig befriedigt. Am Schlufs ein gleiches Differieren wie am Anfang."

Vp. Br. Grün. Farbe 23.

IV. Am 10. III. 10 erlernt. Nach 5 Tagen folgende Reihe:

S_u 1. 21^{2}, 3. 21^{17}, 5. 22^{6}, 7. 23^{12}, 9. 25^{6}, 11. 25^{1}, 13. 25^{14}, 15. 25^{19}, 17. 25^{9}.
S_o 2. 24^{11}, 4. 23^{14}, 6. 24^{17}, 8. 25^{7}, 10. 26^{3}, 12. 25^{10}, 14. 25^{14}, 16. 25^{5}, 18. 25^{11}.

Selbstbeobachtung zur 2. E.: „Ich bin noch nicht ganz sicher über die Farbe. Ich mufs mich erst an das Grün gewöhnen. Vorläufig bleibt's eine rohe Einstellung. Dies war wohl mehr im Dunkelgrün als die 1. Ein-

stellung; ich habe wohl weiter drehen lassen, als ich sollte." Am Schlufs über die Gesamtreihe: „Nach einigen Versuchen bekam ich den Eindruck, als ob die von mir gewählte Farbe zu blau sei. Dabei spielte ein ästhetisches Empfinden eine Rolle. Das vorige Mal [Erlernungsreihe] war es so ein angenehmes Grün. Diesmal am Anfang war mir die Farbe nicht direkt unsympathisch, aber auch lange nicht so sympathisch wie das vorige Mal. Ich habe mehr eine Farbe gesucht, die dem ästhetischen Wohlgeschmack entspräche, und diese Farbe lag mehr im Gelben. Nachdem ich nun vom Blauen her die Farbe gefunden hatte, stellte ich auch vom Gelben her natürlich auf diese Farbe ein. Ich hatte am Anfang nur eine Farbe in grofsen Umrissen im Gedächtnis. Bei den ersten Versuchen störte, dafs ich dazwischen reden sollte."

Vp. G. Gelb. Farbe 30.

V. 9. III. 10. Erlernt. Nach 10 Minuten.

So 1. 29^{17}, 3. 29^{12}, 5. 28^{8}, 7. 28^{6}, 9. 28^{9}, 11. 28^{2}, 13. 26^{14}, 15. 25^{14}, 17. 24^{11}.

Su 2. 27^{3}, 4. 26^{13}, 6. 26^{2}, 8. 25^{9}, 10. 24^{15}, 12. 26^{12}, 14. 25^{11}, 16. 23^{2}, 18. 24^{12}.

Zum Schlufs: „Wenn ich vom Hellen kam, bin ich zu weit im Hellen geblieben und umgekehrt. Zu Anfang war ich sicherer als gegen Ende, weil ich die Normalfarbe nicht mehr so genau wufste." Auf Befragen: „Dafs die jeweilige Einstellung durch die vorangegangene beeinflufst sein könnte, glaube ich nicht. Ich habe mich immer nach der Normalfarbe gerichtet."

VI. 15. III. 10. 6 Tage nach V. Inzwischen nicht gesehen.[1]

So 1. 30^{6}, 3. 29^{17}, 5. 28^{9}, 7. 28^{8}, 9. 28^{7}, 11. 28^{1}, 13. 28^{9}, 15. 28^{10}, 17. 28^{1}, 19. 28^{4}.

Su 2. 29^{1}, 4. 28^{4}, 6. 27^{8}, 8. 27^{6}, 10. 27^{12}, 12. 27^{17}, 14. 27^{1}, 16. 28^{0}, 18. 27^{8}, 20. 27^{7}.

VII. 16. III. 10. 1 Tag nach VI.

So 1. 25^{19}, 3. 22^{10}, 5. 22^{6}, 7. 22^{0}, 9. 21^{12}, 11. 20^{15}.

Su 2. 21^{1}, 4. 20^{18}, 6. 20^{19}, 8. 20^{10}, 10. 20^{4}, 12. 19^{16}.

Vp. G. Blau. Farbe 15.

VIII. Erlernungsreihe am 15. III. Gedächtnisreihe am 16. III. 10.

So 1. 15^{0}, 3. 13^{18}, 5. 13^{11}, 7. 13^{11}, 9. 14^{1}, 11. 14^{0}, 13. 13^{19}.

Su 2. 13^{0}, 4. 12^{17}, 6. 12^{11}, 8. 12^{12}, 10. 12^{8}, 12. 12^{5}, 14. 11^{12}.

Vp. K. Rot. Farbe 50.

IX. 25. II. 10. Erlernt. Gedächtnisreihe nach 15 Min.

So 1. 51^{15}, 3. 51^{8}, 5. 50^{15}, 7. 51^{4}, 9. 51^{0}, 11. 51^{2}, 13. 50^{14}, 15. 50^{12}, 17. 50^{6}.

Su 2. 51^{5}, 4. 50^{14}, 6. 50^{0}, 8. 50^{5}, 10. 49^{12}, 12. 49^{15}, 14. 49^{11}, 16. 48^{6}, 18. 49^{8}.

X. 26. II. 10. Also 1 Tag nach IX.

Su 1. 48^{4}, 3. 47^{16}, 5. 47^{19}, 7. 48^{10}, 9. 47^{13}, 11. 48^{0}, 13. 48^{6}, 15. 48^{18}, 17. 49^{9}, 19. 49^{6}.

So 2. 49^{15}, 4. 49^{4}, 6. 48^{18}, 8. 50^{2}, 10. 50^{1}, 12. 49^{2}, 14. 50^{2}, 16. 49^{11}, 18. 50^{13}, 20. 50^{0}.

---

[1] Zum Zwecke der Raumersparnis sind von hier ab die Protokolle weggelassen.

XI. 28. II. 10. Also 2 Tage nach X.

So 1. 49^{2}, 3. 49^{1}, 5. 49^{11}, 7. 49^{10}, 9. 48^{15}, 11. 48^{12}.

Su 2. 49^{13}, 4. 49^{15}, 6. 50^{5}, 8. 49^{5}, 10. 49^{15}, 12. 50^{1}.

Vp. K. Grün. Farbe 23.

XII. Erlernt am 26. II. Gedächtnisreihe nach 2 Tagen.

So 1. 23^{9}, 3. 23^{5}, 5. 23^{16}, 7. 23^{13}, 9. 22^{6}, 11. 22^{10}, 13. 22^{2}.

Su 2. 20^{2}, 4. 20^{15}, 6. 20^{12}, 8. 20^{19}, 10. 20^{0}, 12. 21^{1}, 14. 20^{13}.

Vp. Li. Rot. Farbe 50.

XIII. 28. II. 10. Erlernt. Gedächtnisreihe nach 15 Min.

So 1. 50^{19}, 3. 50^{8}, 5. 49^{16}, 7. 49^{7}, 9. 48^{18}, 11. 49^{1}, 13. 48^{19}, 15. 49^{10}, 17. 49^{11}.

Su 2. 48^{18}, 4. 49^{11}, 6. 47^{19}, 8. 49^{1}, 10. 49^{12}, 12. 48^{15}, 14. 49^{4}, 16. 48^{15}, 18. 48^{6}.

XIV. 4. III. 10. Also 4 Tage nach XIII.

So 1. 52^{0}, 3. 51^{3}, 5. 50^{7}, 7. 50^{1}, 9. 50^{0}, 11. 48^{19}, 13. 49^{17}.

Su 2. 49^{1}, 4. 49^{0}, 6. 48^{5}, 8. 48^{5}, 10. 48^{6}, 12. 48^{8}, 14. 48^{16}.

Vp. H. O. P. Rot. Farbe 50.

XV. 2. III. 10. Erlernt. Gedächtnisreihe nach 10 Min.

So 1. 48^{8}, 3. 47^{9}, 5. 46^{12}.

Su 2. 47^{3}, 4. 47^{11}, 6. 46^{9}.

Vp. R. Gelb. Farbe 30.

XVI. 2. III. 10. Erlernt. Gedächtnisreihe nach 10 Min.

So 1. 30^{16}, 3. 30^{0}, 5. 30^{1}, 7. 29^{11}, 9. 29^{11}, 11. 30^{0}, 13. 30^{8}.

Su 2. 29^{8}, 4. 29^{6}, 6. 29^{9}, 8. 29^{7}, 10. 29^{10}, 12. 29^{6}, 14. 30^{3}.

Vp. L. Grün. Farbe 23.

XVII. 10. II. 10. Nicht erlernt, gestern gesehen.

So 1. 26^{1}, 3. 24^{5}, 5. 23^{15}, 7. 23^{1}, 9. 22^{7}, 11. 22^{6}, 13. 23^{1}, 15. 24^{12}, 17. 21^{14}, 19. 24^{0}, 21. 23^{17}.

Su 2. 20^{13}, 4. 22^{9}, 6. 22^{9}, 8. 21^{12}, 10. 22^{14}, 12. 22^{9}, 14. 22^{18}, 16. 22^{13}, 18. 22^{7}, 20. 21^{19}, 22. 22^{12}.

XVIII. 11. II. 10. Also 1 Tag nach XVII.

Su 1. 21^{14}, 3. 22^{9}, 5. 24^{0}, 7. 23^{9}, 9. 23^{11}, 11. 23^{1}, 13. 24^{5}, 15. 23^{14}, 17. 23^{17}, 19. 23^{12}, 21. 24^{0}.

So 2. 24^{2}, 4. 23^{10}, 6. 24^{11}, 8. 23^{8}, 10. 23^{17}, 12. 24^{6}, 14. 24^{0}, 16. 24^{10}, 18. 23^{2}, 20. 22^{18}, 22. 23^{14}.

Vp. L. Gelb. Farbe 30.

XIX. 6. IV. 10. Nicht erlernt; sondern 1 Min. gezeigt. Gedächtnisreihe nach 5 Min.

So 1. 31^{4}, 3. 31^{8}, 5. 31^{0}, 7. 31^{9}, 9. 31^{7}, 11. 31^{10}.

Su 2. 29^{16}, 4. 29^{14}, 6. 30^{5}, 8. 29^{19}, 10. 29^{10}, 12. 30^{2}.

XX. 7. IV. 10. Also 1 Tag nach XIX.

So 1. 31^{4}, 3. 31^{11}, 5. 31^{5}, 7. 31^{4}, 9. 31^{13}, 11. 31^{18}, 13. 31^{11}.

Su 2. 28^{6}, 4. 30^{8}, 6. 30^{10}, 8. 30^{0}, 10. 30^{9}, 12. 31^{0}, 14. 30^{14}.

Vp. P. Rot. Farbe 50.

XXI. 15. II. 10. Nicht erlernt, oft tags zuvor gesehen.

So 1. 49^{13}, 3. 47^{14}, 5. 47^{6}.

Su 2. 47^{1}, 4. 47^{4}, 6. 47^{7}.

XXII. 17. II. 10. 2 Tage nach der Erlernungsreihe.

So 1. 50^{6}, 3. 49^{4}, 5. 48^{14}, 7. 47^{19}, 9. 47^{8}, 11. 45^{9}, 13. 46^{12}, 15. 46^{3}, 17. 45^{14}, 19. 45^{16}, 21. 44^{13}.

Su 2. 49^{6}, 4. 48^{14}, 6. 48^{6}, 8. 47^{14}, 10. 46^{14}, 12. 47^{14}, 14. 47^{8}, 16. 46^{6}, 18. 47^{3}, 20. 45^{14}, 22. 45^{6}.

XXIII. 24. II. 10. Nicht wieder erlernt.

So 1. 47^{16}, 3. 46^{15}, 5. 45^{1}, 7. 45^{7}, 9. 44^{17}, 11. 44^{10}.

Su 2. 46^{0}, 4. 45^{6}, 6. 45^{10}, 8. 45^{11}, 10. 45^{9}, 12. 45^{13}.

XXIV. 24. II. 10. 10. Min. nach einer neuen Erlernungsreihe.

So 1. 51^{19}, 3. 52^{0}, 5. 51^{13}, 7. 51^{2}, 9. 51^{7}, 11. 52^{1}, 13. 52^{0}, 15. 51^{6}, 17. 50^{13}, 19. 50^{18}, 21. 50^{9}.

Su 2. 49^{10}, 4. 51^{14}, 6. 51^{3}, 8. 50^{15}, 10. 50^{13}, 12. 51^{14}, 14. 51^{13}, 16. 51^{8}, 18. 51^{1}, 20. 51^{3}, 22. 50^{17}.

XXV. 3. III. 10. Also 7 Tage nach XXIV.

So 1. 52^{7}, 3. 51^{11}, 5. 51^{3}, 7. 50^{10}, 9. 51^{1}, 11. 51^{0}.

Su 2. 50^{11}, 4. 49^{10}, 6. 50^{0}, 8. 49^{18}, 10. 50^{13}, 12. 50^{19}.

Vp. P. Grün. Farbe 23.

XXVI. 14. III. 10. Nicht erlernt. Oft, zuletzt vor 3 Wochen gesehen.

Su 1. 22^{16}, 3. 23^{0}, 5. 23^{2}, 7. 23^{5}, 9. 23^{11}, 11. 23^{12}, 13. 23^{17}, 15. 23^{14}, 17. 23^{18}.

So 2. 23^{17}, 4. 23^{8}, 6. 23^{7}, 8. 23^{9}, 10. 23^{6}, 12. 23^{8}, 14. 23^{5}, 16. 23^{3}, 18. 23^{6}.

Vp. Sch. Blau. Farbe 15.

XXVII. 7. III. 10. Erlernt. Gedächtnisreihe nach 10. Min.

Su 1. 14^{10}, 3. 15^{1}, 5. 15^{5}, 7. 14^{16}, 9. 14^{12}, 11. 14^{17}.

So 2. 15^{9}, 4. 15^{11}, 6. 15^{3}, 8. 14^{16}, 10. 14^{14}, 12. 15^{2}.

XXVIII. 10. III. 10. Also 3 Tage nach XXVII.

So 1. 16^{8}, 3. 16^{0}, 5. 15^{14}, 7. 15^{13}, 9. 15^{14}, 11. 15^{11}.

Su 2. 15^{9}, 4. 15^{9}, 6. 15^{12}, 8. 15^{11}, 10. 15^{11}, 12. 15^{14}.

XXIX. 14. III. 10. Also 4 Tage nach XXVIII.

Su 1. 15^{8}, 3. 15^{7}, 5. 15^{15}, 7. 15^{10}, 9. 15^{0}, 11. 15^{1}.

So 2. 16^{0}, 4. 16^{3}, 6. 16^{0}, 8. 16^{3}, 10. 16^{3}, 12. 16^{2}.

Vp. Sch. Gelb. Farbe 30.

XXX. 2. III. 10. Erlernt. Gedächtnisreihe nach 10 Min.

So 1. 31^{5}, 3. 30^{19}, 5. 30^{18}, 7. 30^{13}, 9. 30^{10}, 11. 30^{7}, 13. 30^{9}.

Su 2. 29^{12}, 4. 29^{16}, 6. 30^{1}, 8. 29^{12}, 10. 29^{17}, 12. 30^{0}, 14. 30^{0}.

XXXI. 3. III. 10. Also 1 Tag nach XXX.

So 1. 33^{2}, 3. 32^{2}, 5. 31^{18}, 7. 31^{13}, 9. 31^{4}, 11. 31^{0}, 13. 31^{1}, 15. 30^{17}, 17. 30^{14}, 19. 30^{15}, 21. 30^{10}, 23. 30^{11}.

Su 2. 29^{17}, 4. 30^{0}, 6. 29^{19}, 8. 30^{0}, 10. 30^{0}, 12. 30^{3}, 14. 30^{5}, 16. 30^{3}, 18. 30^{6}, 20. 30^{8}, 22. 30^{0}, 24. 30^{7}.

XXXII. 7. III. 10. Also 4 Tage nach XXXI.

So 1. 30^{12}, 3. 30^{10}, 5. 30^{6}, 7. 30^{5}, 9. 30^{2}, 11. 29^{12}.

Su 2. 29^{12}, 4. 29^{13}, 6. 29^{6}, 8. 29^{13}, 10. 29^{12}, 12. 29^{10}.

XXXIII. 14. III. 10. Also 7 Tage nach XXXII.

Su 1. 25^{1}, 3. 27^{8}, 5. 27^{9}, 7. 27^{7}, 9. 28^{9}, 11. 28^{15}, 13. 29^{2}.

So 2. 28^{12}, 4. 28^{8}, 6. 28^{10}, 8. 29^{0}, 10. 30^{0}, 12. 30^{1}, 14. 29^{11}.

Vp. Kr. Grün. Farbe 23.

XXXIV. 11. II. 10. Nicht erlernt. Vor 4 Tagen oft gesehen.

So 1. 26^{13}, 3. 26^{1}, 5. 25^{11}, 7. 26^{5}, 9. 26^{6}, 11. 25^{15}, 13. 27^{13}, 15. 26^{19}, 17. 26^{10}, 19. 26^{8}.

Su 2. 24^{12}, 4. 25^{9}, 6. 25^{12}, 8. 25^{16}, 10. 25^{5}, 12. 24^{19}, 14. 25^{10}, 16. 25^{14}, 18. 26^{0}, 20. 25^{8}.

XXXV. 12. II. 10.

Su 1. 25^{16}, 3. 25^{5}, 5. 25^{5}, 7. 25^{15}, 9. 25^{10}, 11. 25^{2}.

So 2. 26^{6}, 4. 25^{15}, 6. 26^{8}, 8. 26^{3}, 10. 25^{12}, 12. 25^{2}.

XXXVI. 15. II. 10. Tags zuvor gesehen.

Su 1. 21^{17}, 3. 21^{18}, 5. 22^{6}.

So 2. 22^{7}, 4. 21^{19}, 6. 22^{5}.

XXXVII. 22. II. 10. Vor 3 Tagen oft gesehen.

So 1. 25^{10}, 3. 25^{0}, 5. 24^{10}, 7. 24^{5}, 9. 24^{5}, 11. 24^{6}.

Su 2. 24^{2}, 4. 24^{5}, 6. 24^{1}, 8. 24^{4}, 10. 24^{9}, 12. 24^{2}.

XXXVIII. 9. III. 10.

Su 1. 27^{3}, 3. 27^{13}, 5. 27^{8}, 7. 26^{14}, 9. 26^{19}.

So 2. 27^{10}, 4. 27^{3}, 6. 27^{0}, 8. 26^{11}, 10. 26^{13}.

Vp. Kr. Rot. Farbe 50.

XXXIX. Am 14. II. 10. erlernt; am 15. II. Gedächtnisreihe

So 1. 50^{11}, 3. 51^{1}, 5. 50^{12}, 7. 51^{7}, 9. 51^{5}, 11. 51^{2}, 13. 51^{3}, 15. 51^{1}.

Su 2. 49^{16}, 4. 49^{8}, 6. 49^{6}, 8. 49^{14}, 10. 49^{18}, 12. 50^{6}, 14. 50^{18}, 16. 50^{18}.

XL. 18. II. 10. Also nach 3 Tagen.

Su 1. 49^{12}, 3. 49^{14}, 5. 50^{6}, 7. 50^{17}, 9. 50^{7}, 11. 51^{1}, 13. 50^{13}.

So 2. 51^{2}, 4. 51^{10}, 6. 50^{10}, 8. 51^{1}, 10. 52^{12}, 12. 51^{2}, 14. 50^{14}.

XLI. 9. III. 10. Also 22 Tage nach XL.

Su 1. 52^{5}, 3. 50^{15}, 5. 50^{6}, 7. 50^{0}, 9. 48^{15}, 11. 49^{6}.

So 2. 49^{7}, 4. 49^{18}, 6. 49^{13}, 8. 49^{3}, 10. 48^{11}, 12. 49^{3}.

Vp. Kr. Gelb. Farbe 30.

XLII. 28. II. 10. Erlernt. Nach 5. Min. Gedächtnisreihe.

So 1. 31^{11}, 3. 31^{1}, 5. 30^{12}, 7. 30^{10}, 9. 31^{3}, 11. 31^{0}, 13. 31^{6}, 15. 31^{7}, 17. 32^{0}, 19. 31^{16}.

Sn 2. 29^{13}, 4. 29^{15}, 6. 29^{13}, 8. 29^{18}, 10. 30^{18}, 12. 31^{2}, 14. 30^{14}, 16. 31^{9}, 18. 31^{6}, 20. 31^{10}.

Vp. Kr. Blau. Farbe 15.

XLIII. 9. III. 10. Erlernt. Gedächtnisreihe nach 10 Min.

Su 1. 14^{6}, 3. 14^{6}, 5. 14^{4}, 7. 14^{5}, 9. 14^{9}, 11. 14^{13}, 13. 14^{14}.

So 2. 14^{18}, 4. 14^{19}, 6. 15^{0}, 8. 14^{11}, 10. 14^{13}, 12. 14^{11}, 14. 14^{10}.

XLIV. 28. III. 10. Also 19 Tage nach XLIII.

So 1. 13^{14}, 3. 13^{10}, 5. 13^{2}, 7. 13^{0}, 9. 13^{1}.

Su 2. 12^{12}, 4. 12^{18}, 6. 12^{17}, 8. 13^{0}, 10. 12^{19}.

XLV. 28. III. 10. 10 Min. nach XLIV

Su 1. 14^{10}, 3. 15^{5}, 5. 15^{12}, 7. 15^{11}, 9. 15^{9}.

So 2. 15^{1}, 4. 15^{8}, 6. 15^{15}, 8. 15^{15}, 10. 15^{9}.

Vp. Le. Grün. Farbe 23.

XLVI. 10. II. 10. Nicht erlernt. Tags zuvor oft gesehen.

So 1. 25^{16}, 3. 24^{4}, 5. 23^{18}, 7. 25^{7}, 9. 24^{5}, 11. 23^{9}, 13. 26^{18}, 15. 24^{15}, 17. 22^{14}, 19. 23^{14}, 21. 24^{10}.

Su 2. 22^{15}, 4. 23^{8}, 6. 23^{4}, 8. 23^{2}, 10. 23^{1}, 12. 22^{16}, 14. 23^{14}, 16. 22^{17}, 18. 23^{3}, 20. 23^{19}, 22. 24^{1}.

XLVII. 11. II. 10. Also 1 Tag nach XLVI.

Su 1. 20^{4}, 3. 21^{11}, 5. 22^{18}, 7. 23^{12}, 9. 24^{5}, 11. 24^{1}, 13. 24^{11}, 15. 23^{19}, 17. 23^{15}, 19. 24^{9}, 21. 24^{11}.

So 2. 25^{15}, 4. 26^{2}, 6. 24^{14}, 8. 24^{15}, 10. 24^{16}, 12. 25^{2}, 14. 25^{10}, 16. 24^{18}, 18. 24^{14}, 20. 24^{16}, 22. 24^{18}.

Vp. Le. Rot. Farbe 50.

XLVIII. 18. II. 10. Nicht erlernt. Vor 2 Tagen oft gesehen.

Su 1. 51^{10}, 3. 49^{6}, 5. 49^{3}, 7. 48^{5}, 9. 48^{16}, 11. 48^{3}, 13. 47^{11}, 15. 47^{16}, 17. 48^{4}, 19. 48^{13}, 21. 47^{16}.

So 2. 51^{7}, 4. 49^{16}, 6. 49^{12}, 8. 50^{6}, 10. 49^{10}, 12. 49^{10}, 14. 48^{13}, 16. 48^{12}, 18. 47^{14}, 20. 47^{12}, 22. 47^{0}.

IL. 22. II. 10. Also 4 Tage nach XLVIII.

Su 1. 47^{10}, 3. 47^{9}, 5. 47^{10}, 7. 46^{13}, 9. 46^{3}, 11. 46^{7}, 13. 46^{2}, 15. 45^{14}, 17. 45^{1}, 19. 44^{12}, 21. 44^{8}.

So 2. 48^{7}, 4. 47^{15}, 6. 47^{11}, 8. 47^{11}, 10. 45^{5}, 12. 45^{0}, 14. 44^{14}, 16. 43^{17}, 18. 45^{3}, 20. 45^{5}, 22. 44^{8}.

L. 22. II. 10. 7 Stunden nach IL.

So 1. 50^{1}, 3. 48^{8}, 5. 47^{0}, 7. 46^{0}, 9. 45^{12}.

Su 2. 48^{18}, 4. 47^{14}, 6. 46^{4}, 8. 48^{3}, 10. 45^{18}.

Vp. Le. Gelb. Farbe 30.

LI. 1. III. 10. Erlernt. Gedächtnisreihe am 2. III. 10.

So 1. 29^{16}, 3. 29^{16}, 5. 29^{16}, 7. 29^{10}, 9. 29^{19}, 11. 29^{12}, 13. 30^{3}, 15. 30^{10}, 17. 30^{12},

Su 2. 28^{15}, 4. 28^{19}, 6. 28^{19}, 8. 29^{4}, 10. 29^{7}, 12. 29^{15}, 14. 29^{19}, 16. 30^{0}, 18. 30^{0}.

LII. 12. III. 10. Also 10 Tage nach LI.

Su 1. 27^{19}, 3. 27^{16}, 5. 27^{15}, 7. 27^{15}, 9. 28^{2}, 11. 27^{15}.

So 2. 28^{10}, 4. 28^{6}, 6. 27^{18}, 8. 27^{19}, 10. 27^{16}. 12. 27^{2}.

Vp. Le. Blau. Farbe 15.

LIII. 5. III. 10. Ohne Erlernungsreihe.

Su 1. 15^{3}, 3. 15^{4}, 5. 15^{6}, 7. 15^{5}, 9. 15^{1}, 11. 15^{0}.

So 2. 15^{3}, 4. 15^{7}, 6. 15^{11}, 8. 15^{4}, 10. 15^{0}, 12. 15^{4}.

LIV. 7. III. 10. Also 2 Tage nach LIII.

Su 1. 14^{7}, 3. 15^{5}, 5. 15^{12}, 7. 15^{9}, 9. 15^{11}.

So 2. 14^{7}, 4. 15^{8}, 6. 15^{9}, 8. 15^{7}, 10. 15^{6}.

LV. 9. III. 10. Also 2 Tage nach LIV.

So 1. 15^{0}, 3. 14^{17}, 5. 14^{19}, 7. 15^{0}, 9. 15^{9}, 11. 15^{5}, 13. 15^{3}, 15. 15^{5}.

Su 2. 15^{2}, 4. 15^{5}, 6. 15^{9}, 8. 15^{17}, 10. 15^{9}, 12. 15^{5}, 14. 15^{8}, 16. 15^{9}

LVI. 12. III. 10. Also 3 Tage nach LV.

S_u 1. 16^{12}, 3. 15^{13}, 5. 15^{14}. 7. 15^{11}.
S_o 2. 14^{14}, 4. 15^{0}, 6. 15^{3}, 8. 15^{9}.

Besprechung der Ergebnisse.

Die nackten Ergebnisse der Untersuchungen sind in den hier allerdings im Interesse der Raumersparnis nur zum Teil wiedergegebenen Protokollen niedergelegt. Dieses Rohmaterial kann unter den verschiedensten Gesichtspunkten bearbeitet werden. Will man aus all den mühevollen Versuchen nur ein spezifisches Farbengedächtnis ableiten, so ist die Arbeit schnell getan. Ich möchte aber die zahlreichen Einzeluntersuchungen mit ihren ausgedehnten Protokollen noch weiter ausnutzen und wenn möglich neben Aufschlüssen über das Farbengedächtnis auch allgemeineres über die Reproduktion auf dem Gebiete des Farbengedächtnisses herausarbeiten.

Die Ergebnisse der nicht alternierenden Gesamtreihen stelle ich zunächst tabellarisch zusammen. In den ersten Kolonnen ist die mittlere Schwelle angegeben, wie sie sich aus 11 Einstellungen ergibt, d. h. die mittlere Abweichung der 11 Einzeleinstellungen von der Normalfarbe. In den zweiten Kolonnen ist die mittlere Variation (m V) derselben 11 Einstellungen angegeben, d. h. die mittlere Abweichung dieser Einstellungen von der eben definierten Schwelle und zwar selbstverständlich ohne Rücksicht auf das Vorzeichen.[1]

[1] Die ganzen Zahlen in dieser wie in späteren Tabellen entsprechen den hochgestellten Zahlen der Protokolle, bedeuten also Vierzigstelmillimeter meiner Skala. Das + Vorzeichen bei der Schwelle bedeutet eine Abweichung nach dem langwelligen, das — Vorzeichen nach dem kurzwelligen Spektrumende. Um die Art der Berechnung zu erläutern, füge ich hier an, wie z. B. die Zahlen 22,5 und 4,3 (S. 30) erhalten sind: Die im Protokoll hochgestellten Zahlen der Reihe I. S. 15 wurden alle auf 15 als Grundfarbe umgerechnet. Danach wurde also z. B. 16^{8} folgendermafsen umgerechnet: $16^{8} - 15 = 1^{8}$, d. h. 1 Halbmillimeter + 8 Vierzigstelmillimeter = 28 Vierzigstelmillimeter. (Meine Noniusskala war nach $^{1}/_{20}$ Halbmillimetern geaicht.) Ich addierte dann 15, 16, 15, 28, 21, 23, 26, 22, 27, 29, 26 — erhielt als Summe 248 und nahm das Mittel, welches 22,5 ergab. Jetzt subtrahierte ich von den eben angeführten Zahlen 15, 16, usw. 22,5 und erhielt so — 7,5; — 6,5; — 7,5; + 5,5; — 1,5; + 0,5; + 3,5: — 0,5; + 4,5; + 6,5; + 3,5. Diese Werte wurden ohne Berücksichtigung des Vorzeichens addiert; es ergab sich 47,5; das Mittel betrug danach 4,3.

Tabelle B.

Blau

	B.		L.		Sch.		Kr.	
	+ 22,5	4,3	+ 4,9	5,8	+ 9,6	7,9		
	+ 11,6	2,0	+ 12,6	3,5	− 9,4	4,3		
S_o	+ 16,3	4,7	+ 18,0	3,5	0,0	5,6		
	+ 9,5	3,5	+ 2,4	2,1	− 0,9	4,5		
	+ 5,6	2,9	+ 9,1	1,7	− 1,5	4,1		
arithm. Mittel	+ 13,1	3,5	+ 9,4	3,3	− 0,4	5,3		
	− 10,1	3,7	− 39,8	6,2	− 16,2	6,4		
	− 17,9	3,9	− 45,7	5,0	− 3,5	5,2		
S_u	− 13,5	3,1	− 11,5	2,3	− 20,3	8,0		
	− 11,9	2,9	− 6,9	6,1	− 21,1	4,6		
	− 2,2	2,6	− 4,1	4,1	− 15,0	3,8		
arithm. Mittel	− 11,1	3,2	− 21,6	4,7	− 15,2	5,6		
$S_o - S_u$	24,2		30,5		14,8			

Grün

			+ 18,9	7,0			+ 2,7	5,67
			− 8,3	13,9			+ 1,5	4,87
S_o			+ 10,5	6,2			− 12,3	4,45
			− 12,2	7,1			− 22,3	13,46
			− 5,8	3,5			− 15,8	14,65
ar. M.			+ 0,6	7,5			− 9,2	8,6
			− 11,9	14,5			− 8,4	7,8
			− 24,3	7,6			− 33,9	6,1
S_u			− 13,1	5,9			− 6,2	9,1
			− 2,4	4,6			− 17,4	7,5
			− 2,0	4,6			− 14,2	5,5
ar. M.			− 10,7	7,4			− 16,0	7,2
$S_o - S_u$			11,3				6,8	

Gelb

	B.		L.		Sch.		Kr.	
			+ 22,2	5,1	+ 9,7	6,4		
			+ 13,4	4,1	+ 17,3	4,7		
S_o			+ 32,4	3,5	+ 21,7	8,1		
			+ 12,6	3,0	+ 27,2	5,1		
			+ 23,8	4,0	+ 16,5	1,6		
ar. M.			+ 20,9	3,9	+ 18,5	5,2		
			— 4,2	2,8	— 25,2	9,8		
			— 25,4	3,0	— 15,8	4,6		
S_u			— 13,0	5,3	— 13,8	2,4		
			— 4,5	2,2	— 29,3	4,1		
			— 12,8	3,2	— 15,8	3,5		
ar. M.			— 12,0	3,3	— 20,0	4,9		
$S_o - S_u$			32,9		38,5			

Rot

	— 75,3	25,7					— 43,2	5,3
	— 50,5	15,1					— 27,7	6,1
S_o	— 22,8	7,1					— 34,5	6,9
	— 2,6	7,7					— 41,8	8,2
	— 9,6	7,9					— 35,5	13,7
ar. M.	— 31,1	12,7					— 36,5	8,0
	— 4,2	9,5					— 14,1	16,5
	— 24,5	12,3					— 38,5	10,8
S_u	— 10,1	2,7					— 20,7	8,3
	— 7,6	8,3					— 19,2	8,9
	— 5,7	4,5					— 1,2	4,7
ar. M.	— 6,5	7,5					— 17,3	9,8
$S_o - S_u$	24,6						9,2	

In der folgenden Tabelle sind die durchschnittlichen Werte der m V[1] für alle Vpn. berechnet. Es beträgt die m V

Tabelle C.

	nach 5 Min.		nach 10 Min.
für Farbe Blau	für S_o	3,4	5,2
15	S_u	4,0	5,6
für Farbe Grün	S_o	8,0	
23	S_u	7,3	
für Farbe Gelb	S_o	3,9	5,2
30	S_u	3,3	4,9
für Farbe Rot	S_o	10,4	
50	S_u	8,5	

Ganz deutlich geht aus dieser Tabelle (C) hervor, dafs die Präzision des Gedächtnisses[2] für Gelb und Blau weit besser ist als für Grün und Rot. Die beiden Nebenreihen (nach 10 Min.) beweisen nur, was selbstverständlich ist, dafs nach längerer Zeit die Genauigkeit, mit der die Farbe reproduziert wird, abnimmt.

Vergleicht man hiermit den Abstand der Schwellen von der Normalfarbe, so spricht dieser im umgekehrten Sinn. Wie aus Tabelle B zu berechnen ist, ist der durchschnittliche Abstand der Schwellen von der Normalfarbe für Blau und Gelb gröfser als für Grün und Rot. Diese letzte Ableitung, dafs das Farbengedächtnis für Blau und Gelb schlechter sein sollte als für Grün und Rot, stimmt nicht mit den bisherigen Erfahrungen (s. v. Kr. u. Sch. a. a. O.) überein. Auch nach meiner Meinung ist sie falsch und das Ergebnis bedingt durch die Methode. Von mafsgebendem Einflufs auf sämtliche Einstellungen einer Reihe ist nämlich die erste Einstellung einer Reihe. Für jede Farbe sind nur fünf Reihen gemacht worden. Diese Anzahl erscheint mir jetzt nach Abschlufs der Arbeit zu gering für die Ableitung eines brauchbaren Wertes

[1] Entsprechende Tab. für S_o u. S_u sind nicht berechnet; den Grund hierfür s. S. 33.

[2] Wie im folgenden auseinandergesetzt ist, ist das Gedächtnis an zwei Werten zu messen: erstens an der Abweichung des Durchschnitts der Leistungen vom Normalwert und zweitens an der Schärfe, mit der dieser abweichende Durchschnitt festgehalten wird. Den zweiten Wert will ich als Präzision des Gedächtnisses bezeichnen.

für die Treue des Gedächtnisses. Wohl aber scheint mir das Verhalten der m V auf die Präzision des Gedächtnisses Licht zu werfen. Die m V bedeutet in diesem Falle nämlich mehr als gewöhnlich. Man halte sich vor Augen, dafs vor den Einzeleinstellungen der Reihe die Normalfarbe nicht mehr gezeigt wurde. Somit ist jede Einstellung vor allem auch eine Gedächtnisleistung in bezug auf die letztvorangegangene Einstellung. Je besser diese nun reproduziert wird, d. h. je weniger die neue Einstellung von der vorhergegangenen abweicht, um so kleiner wird die m V. Für die Berechnung von m V reicht auch die Versuchszahl aus, und das obige Ergebnis, hieraus abgeleitet, stimmt mit den früheren Versuchen überein.

Aufser diesem Hauptergebnis der Versuchsreihen möchte ich noch auf einige Einzelheiten aufmerksam machen, die in das Kapitel Übung fallen. Von vornherein schien es mir genügend, zwischen je 2 Versuchsreihen mit derselben Farbe 2 Tage Pause einzuschalten.[1] Die Vpn. haben mir auch niemals etwas davon mitgeteilt, dafs sie später ein leichteres Arbeiten gehabt hätten als zu Beginn. Oft wurde sogar angegeben, dafs die Normalfarbe heute anders erscheine als sonst. Trotzdem läfst sich ein Einflufs der Wiederholungen nicht verkennen, insofern als in manchen Reihen die Schwelle, in anderen die m V kleiner wird. (Kleine einmalige Abweichungen von diesem Verhalten im Sinne eines allmählichen Genauerwerdens der Erinnerungsvorstellungen können natürlich durch die mannigfachsten Umstände bedingt sein.) Ganz ausgesprochen zeigt sich das gleich in der ersten Reihenzusammenstellung von B (Tab. B. S. 30). Fast mit mathematischer Sicherheit wird auch die m V bei L. 15 S_0 kleiner. Ich brauche hier nicht noch andere Reihen anzuführen, wo dies Verhalten sich besonders gut zeigt. Ein Blick auf die einzelnen Kolonnen der Tab. B genügt schon. Nun könnte man einwenden: „Also lassen sich die Mittelwerte aus so verschiedenen Reihen gar nicht einheitlich verwerten.“ Bei der Erwägung dieses Einwandes mufs man sich vergegenwärtigen, dafs bei den Gedächtnisversuchen zweierlei in Betracht kommt; 1. die in der Übung sich ausdrückende Summierung der einzelnen Einprägungen bzw. Retentionen, 2. die definitive Retention nach der

[1] v. Kr. u. Sch. (a. a. O.) machten zuweilen sogar zwei Versuchsreihen an einem Tage und erwähnen nichts von einem in ihren Reihen nachweisbaren Übungseinflufs.

letzten Einprägung. Nun wäre es möglich, dafs eine Farbe in höherem Mafse einübungsfähig wäre als die andere, dafs es also auch eine spezifische Einübbarkeit für verschiedene Farben gebe, und dafs nur durch diese die definitive Retention, das spezifische Farbengedächtnis bedingt wäre. Es müfste dann eine Parallelität zwischen Einübbarkeit und Farbengedächtnis bestehen. Um dieser Frage näher zu treten, habe ich aus den in der Tabelle B aufgezeichneten Zahlen einen Wert berechnet, der einen Aufschlufs über die Verbesserung der späteren Werte durch Übung gibt. Bildet man nämlich den Quotienten der Summe der beiden ersten und beiden letzten Zahlen je einer senkrechten Kolonne (Tab. B), so erhält man eine Zahl, die besagt, wievielmal besser oder schlechter die letzten Einstellungen sind als die ersten, mit anderen Worten einen Wert für die Einübbarkeit. Diese Zahl habe ich nun für die m V-Kolonnen (s. S. 30 f.) berechnet und, um Zufälligkeiten möglichst auszuschalten, den Quotienten von der Summe der beiden ersten und letzten Einstellungen von S_o und S_u gemeinsam genommen. Dabei erhielt ich für

Tabelle D.

Farbe	15	23	30	50
m V	1,4	1,1	1,5	1,7

Nun erhebt diese Tabelle wahrlich keinen Anspruch darauf, etwas Wesentliches oder Endgültiges über die Einübbarkeit von Farben anzugeben. Dazu reichen die Untersuchungen schon ihrer Zahl nach nicht aus. Aber soviel geht bestimmt aus der Tabelle hervor, dafs die Spezifität des Farbengedächtnisses nicht ausschliefslich auf einer spezifischen Einübbarkeit beruhen kann. Den günstigsten Einflufs hatte die Übung auf Rot, den geringsten auf Grün. Wollte man hiernach die Werte für die Spezifität des Farbengedächtnisses modifizieren, so müfste man höchstens bei Grün die definitive Retention infolge der schlechten Summierung der Einzelretentionen als zu schlecht ansehen und das Rot umgekehrt um noch eine Stufe herabsetzen. Aufgefallen ist mir noch bei dieser Verbesserung durch Übung, dafs sie bei manchen Vpn. garnicht zu bemerken oder wesentlich geringer war. Das hängt in einem solchen Falle mit der psychischen Veranlagung der Vp. im allgemeinen zusammen. Kr. sagte selbst von sich, dafs er grofsen psychischen Schwankungen unterworfen sei, die ihn abwechselnd für die Arbeiten disponierten oder untauglich machten.

Auf einen Umstand möchte ich hier schon hinweisen, besonders mit Rücksicht auf die später zu besprechenden alternierenden Reihen, nämlich die Abweichungen der Einzeleinstellungen einer Reihe im Verlaufe einer Versuchsreihe nach einer bestimmten Richtung hin, also auf die Richtungstendenz der Gesamtabweichung der Reihe. Nach dem roten Ende des Spektrums hin sind Abweichungen im

Blau 8 mal[1]
Grün 7 mal
Gelb 10 mal
Rot 2 mal

zu konstatieren.

Ähnliche Abweichungen nach dem violetten Ende sehen wir im

Blau 8 mal[1]
Grün 4 mal
Gelb 2 mal
Rot 7 mal

Vergleicht man diese Reihenabweichungen miteinander, so stellt sich heraus, dafs Blau etwa gleiche Abweichungstendenz nach beiden Richtungen zeigt, Gelb und Grün dagegen öfter nach dem roten, Rot öfter nach dem violetten Spektrumende abweicht. Hier begnüge ich mich, diese Tatsache festgestellt zu haben. Ich komme später noch ausführlich darauf zurück (s. S. 44 ff.).

Für die jetzt folgenden Auseinandersetzungen bitte ich, stets wieder einen Blick auf die Zahlenreihen der Einzelprotokolle zu werfen. Zur Veranschaulichung der interessanten Tatsache, die ich im folgenden bespreche, sind einige Reihen als Kurven wiedergegeben.

Was mir das Wichtigste an diesen alternierenden Reihen erscheint: Wir sehen fast durchweg zu Anfang ein Konvergieren der beiden Schwellen, dann entweder ein enges Parallelbleiben oder ein Kreuzen oder ein Divergieren. Diese letzterwähnten Erscheinungen will ich später berücksichtigen und führe zunächst nur die Reihennummern an, die ein deutliches Konvergieren zeigen.

---

[1] Diese Angaben beruhen auf dem Gesamtbild der graphischen Darstellung; sie sind zusammenfassend, insofern ganz kleine Abweichungen nicht angeführt sind; sie sollen auch nur ein ungefähres Bild geben.

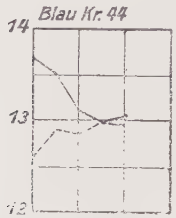
I. In Blau: 27 u. 28 S. 26, 56 S. 29, 43 u. 44 S. 27.

II. In Grün: 26 S. 26, 4 S. 23, 17 u. 18 S. 25, 47 S. 28, 34, 36 u. 37 S. 27.

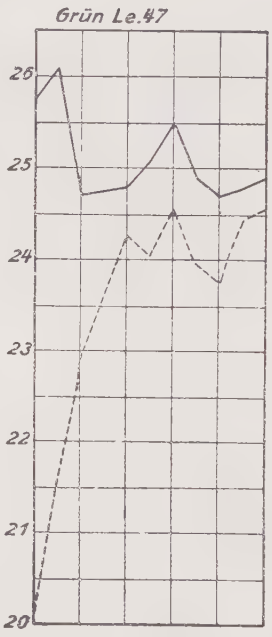
III. In Gelb: 16 S. 25, 51 u. 52 S. 28, 30, 31 u. 32 S. 26.

IV. In Rot: 13, 14 u. 15 S. 25, 39, 40 u. 41 S. 27, 21 S. 25, 23, 24 u. 25 S. 26, 2 S. 23.

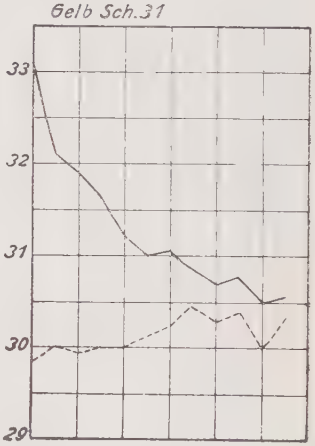
Eine Reihe von jeder Farbe gebe ich in Kurvenform wieder (s. Kurven 1—4).



Kurve 1.



Kurve 2.



Kurve 3.

Kurve 4.

Bei einer ganzen Anzahl anderer Reihen tritt die Konvergenz nur gering hervor oder ist sogar fraglich. Auch diese führe ich an:

I. In Blau: 29 S. 26, 45 S. 27, 54 S. 28, 8 S. 24.

II. In Grün: 12 S. 25, 46 S. 28, 35 u. 38 S. 27.

III. In Gelb: 5 u. 6 S. 24, 33 S. 26, 7 S. 24, 19 u. 20 S. 25.

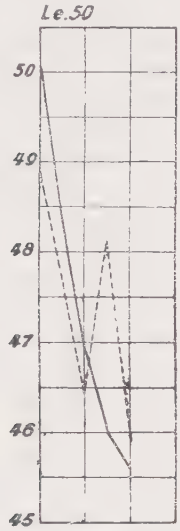
IV. In Rot: 10 S. 24, 11 S. 25, 49 u. 50 S. 28, 22 S. 26, 1 S. 22, 3 S. 23.

Zum Schlufs der Aufzählung die 4 Reihen, die von Anfang an ein deutliches Divergieren zeigen:

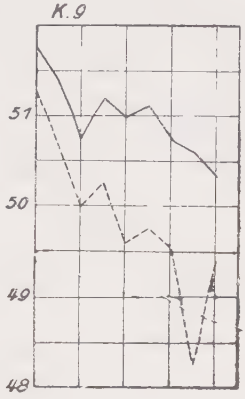
In Blau: 53 u. 55 S. 28.

In Rot: 9 S. 24, 48 S. 28.

Auch für die letzten Gruppen je eine Kurve (s. Kurven 5 und 6).



Kurve 5.



Kurve 6.

Von dieser allmählich zunehmenden Genauigkeit am Anfang einer Reihe ist den Vpn. nichts bewufst. (Ausnahme: P. im Versuch 21 S. 25, dem ich aber vorher von dem gefundenen Verhalten Mitteilung gemacht hatte.) Ich habe fast nach jeder Reihe die Vpn. gefragt, ob sie sich zu Anfang unsicherer gefühlt hätten, oder ob sich die Normalfarbe später deutlicher in der Vorstellung gezeigt hätte u. dgl., aber durchweg wurde derartiges verneint. Zuweilen wurde gerade das Gegenteil von dem behauptet, was man nach den Einstellungen hätte erwarten sollen. So erklärte Kr. zum Schlufs von 44 S. 27 ausdrücklich, von einem Differieren nichts gemerkt zu haben und die gröfste Sicherheit am Anfang gehabt zu haben. Gleichfalls G. 7 S. 24.

Als Tatsache haben wir also, dafs bei der alternierenden Versuchsanordnung die Reproduktionsvorstellung sehr oft zunächst allmählich enger umschrieben, prägnanter wird. Diese Erscheinung läfst a priori mehrere Erklärungsmöglichkeiten zu, von denen ich die eine die adaptative oder physiologische, die andere die assoziative oder psychologische nennen will.

Die eine Möglichkeit ist nämlich die, dafs mein Sinnesorgan

zu Beginn der Versuchsreihe nach der Dunkeladaptation sich anders verhält als bald darauf, nachdem es mit einzelnen kurzen Farbenskalen belichtet war. Es würde sich dann hier um einen Vorgang der Adaptation der Netzhaut oder eventuell auch des zentralen Sehapparats an eine bestimmte Farbengruppe handeln. Zu Beginn würde dann der weite Abstand der Schwellen der Reproduktionsfarbe voneinander so zu erklären sein, dafs die Farben-U.-E. noch nicht so entwickelt ist wie nachher. Dafs dann später die Identifizierung der Vorstellung der Normalfarbe mit einer enger umrissenen Empfindung erfolgt, würden wir gut begreifen können, da ja mehr spezialisierte Empfindungen zur Auswahl beim Vergleich zur Verfügung stehen. Bisher ist zwar in keiner der verschiedenen Arbeiten, die über die Farbenunterschiedsempfindlichkeit erschienen sind, etwas von einer Steigerung derselben durch Adaptation an die Gleichfarbe erwähnt; aber es hat sich auch niemand speziell diese Aufgabe gestellt. Da es nun für meine Zwecke unumgänglich war, hierüber Klarheit zu gewinnen, habe ich folgende Untersuchungen angestellt.

1. Anordnung: Im Asherschen Farbenmischapparat wurde in dem der Vp. unten erscheinenden Halbkreis eine bestimmte Farbe, etwa Blau 15, eingestellt, dann zur Kontrolle auch gleichzeitig im oberen Halbkreis dasselbe Blau, um zu sehen, ob die Farbe die gleiche Helligkeit und Sättigung hatte. War das nicht der Fall, so wurde sie durch Verstellen der Sättigungsschraube hergestellt. Darauf 3—5 Minuten Dunkeladaptation. Dann wurden an verschiedenen Tagen die obere und untere Schwelle [1], d. h. die Farbe bestimmt, die der im unteren Halbkreis gleich erschien. Mit jeder Vp. wurden jedesmal 25 Einstellungen für je eine Schwelle vorgenommen (für Nebenzwecke manchmal die doppelte Anzahl).

2. Anordnung: Zunächst wurde auch hier wieder die Einstellung einer subjektiv gleicherscheinenden Farbe im oberen Halbkreis zu einer gegebenen im unteren vorgenommen wie bei der ersten Versuchsanordnung. Hierauf folgte nicht sofort die Einstellung der Schwellen, sondern vor jedem einzelnen Versuch wurde das Auge des Beobachters eine Minute lang mit der einzustellenden Farbe belichtet, indem in dem oberen und unteren

[1] Als S_o bezeichne ich wieder die nach dem langwelligen Spektrumende gelegene.

Halbkreis dieselbe Farbe gezeigt wurde. Wegen der Anstrengung bei dieser Reihe wurden nur je 11 Versuche gemacht. Als Fehlerquelle kommt hier zu den früher angeführten noch der Simultankontrast hinzu; da er aber in beiden Reihen gleich wirkt, so beeinflufst er meine Ergebnisse wenig oder gar nicht. Es ergab sich für diese Versuche nach der ersten und zweiten Anordnung für

Tabelle E.

		1. Anordnung		2. Anordnung	
			Blau.		
Vp.		Schwelle	m V	Schwelle	m V
B.	S_o	+ 11,0	1,56	+ 3,2	0,96[1]
	S_u	— 0,2	1,56	— 2,7	1,14
			Grün.		
P.	S_o	+ 5,5	3,39	+ 4,1	1,73
	S_u	+ 3,5	3,20	— 2,0	1,09
K.	S_o	+ 4,4	2,17	+ 1,3	0,85
	S_u	0,0	2,24	+ 2,5	1,05
Le.	S_o	+ 4,0	2,44	+ 1,4	2,04
	S_u	+ 1,0	2,28	+ 2,5	1,23
			Gelb.		
L.	S_o	+ 12,3	3,59	+ 2,4	1,85
	S_u	+ 3,4	1,21	+ 2,9	1,37
Le.	S_o	+ 7,0	4,27	— 1,0	2,54
	S_u	+ 2,4	1,83	+ 0,5	1,32[2]

Diese Tabelle E kann man für meine Zwecke in doppelter Hinsicht verwerten. Vergleicht man zunächst die m Vv miteinander, so ergibt sich für diese durchweg (Ausnahme: L. Gelb S_u), dafs sie durch die voraufgegangene Belichtung kleiner werden. Die Präzision, mit der die Schwellen bestimmt werden, ist also gröfser nach Belichtung mit der gleichen Farbe als nach Dunkeladaptation.

Vergleicht man zweitens die Differenzen von S_o und S_u in

[1] Damit die Übungserscheinungen mir keine falschen Resultate vortäuschten, wurden meist die Versuche nach der ersten Anordnung später gemacht.

[2] Da die Resultate so konstant waren, habe ich es unterlassen, Versuchsreihen für Rbt anzustellen.

den beiden Fällen, so ergibt sich etwas ähnliches. Die Differenz der Schwellen beträgt für

Tabelle F.

Vp.	1. Anordnung	2. Anordnung
	Blau.	
B.	11,2	5,9
	Grün.	
P.	2,0	6,1
Kr.	4,4	1,2
Le.	3,0	1,1
	Gelb.	
L.	8,9	0,5
Le.	4,6	1,5

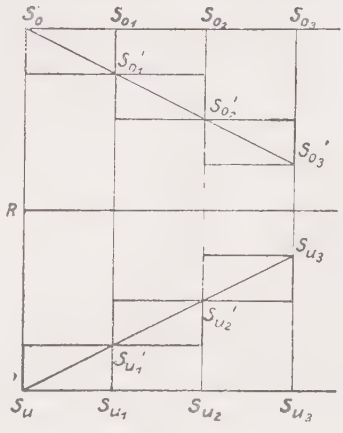
Auch bei dieser Zusammenstellung zeigt sich bis auf eine Ausnahme (P. Grün), dafs nach einer Adaptation an eine Gleichfarbe die Unterschiedsempfindlichkeit steigt.

Bei der Versuchsanordnung, wie sie im vorhergehenden geschildert wurde, kann an der Steigerung der U.-E. nicht gezweifelt werden. Nun entspricht aber diese Anordnung nicht vollkommen der, welche in den Reihen der Hauptversuche durchgeführt ist. In den speziellen Adaptationsversuchen wurde zur Bestimmung der Adaptation das Auge eine Minute lang mit der Reizfarbe belichtet. In den Hauptreihen könnte man nur insofern auch von Adaptation sprechen, als das Auge sich im Verlaufe der Versuchsreihe an die Farbe, mit der es während der Reihe arbeitet, allmählich anpafst. Wegen dieses Gegensatzes schien es mir zweckmäfsig, noch andere Überlegungen anzustellen, die ganz speziell ein Licht auf die Adaptation in den Hauptversuchsreihen werfen. Ich sagte mir: Wenn wirklich allmählich eine Steigerung der U.-E. eintritt, dadurch dafs öfters erst eine kurze Farbenskala vorgeführt wird und danach die Einstellungen gemacht werden, so mufs sich das ebensogut in den nicht alternierenden Reihen wie in den alternierenden Reihen zeigen. Es müfste dann, denkt man sich die Zahlen kurvenmäfsig dargestellt, an den Kurven allmählich eine gröfsere Gleichförmigkeit des Verlaufs, geringere Ausschläge nach oben und unten zu konstatieren sein. Sieht man sich daraufhin die betreffenden Reihen noch einmal an, so ist hiervon auch nicht die Spur wahrzunehmen, ja bei manchen ist gerade das Gegenteil zu bemerken, z. B. II S. 15, IV u. I S. 17, VI S. 18, VII S. 20.

Noch ein Punkt, der mir gegen eine rein physiologische Deutung dieses Phänomens spricht. Ich würde von einem physiologischen Gesetz eine gröfsere Konstanz erwarten. Die vermutete Adaptation dürfte sich nicht nur in der Hälfte oder in $^2/_3$ aller Fälle zeigen, sondern sie müfste stets oder doch mit geringen Ausnahmen nachzuweisen sein. Das trifft nun wiederum für unsere Hauptreihen nicht zu.

Wenn also die tatsächlich festgestellte Adaptation nach Belichtung mit der Gleichfarbe für eine physiologische Deutung des Phänomens sprechen könnte, so sprechen doch eine Anzahl schwerwiegender Bedenken in unzweideutiger Weise gegen eine Adaptation durch vorhergehendes öfteres Vorbeidefilieren einer ähnlichen Farbenskala, so dafs man zu dem Schlufs kommen mufs: Die allmähliche Präzisierung der Reproduktionsvorstellung ist nicht durch eine sinnesphysiologische Deutung zu erklären.

Man ist daher zu der an zweiter Stelle genannten assoziativen Erklärung gezwungen: Nach einer gewissen Zeit ist die Vorstellung von der Normalfarbe verwaschener geworden. Selbstverständlich entspricht dann dieser weiten V. auch eine grofse Spanne der Farbenskala. Es bleibt also zu erklären, welchen Einflüssen es zuzuschreiben ist, dafs die reproduzierte Farbe später enger umschrieben wird. Zunächst sind es die eben gemachten Einstellungen selbst, welche die folgenden mit bedingen. Durch eine graphische Darstellung kann man sich die Wirkungsweise der einzelnen Einstellungen klar zur Anschauung bringen. Angenommen R^1 bedeute die Normalfarbe, S_o die erste Einstellung absteigend nach 10 Minuten, S_u aufsteigend die darauffolgende. Hätte ich S_u nicht bestimmt, sondern wäre auch bei S_{o_1} von derselben Seite gekommen (wie bei den nicht alternierenden Reihen), so würde auch S_{o_1} ungefähr in derselben Entfernung von



Kurve 7.

S. Kurve 7.

R liegen wie S_o.[1] Unter denselben Voraussetzungen läge auch $S_{o_2}S_{o_3}$ usw. auf gleicher Höhe. Da aber S_u als zweite Einstellung gemacht ist, übt diese gewissermafsen eine Kraft auf S_{o_1} aus und S_{o_1}' resultiert aus diesen beiden Komponenten. Die gleiche Erwägung gilt für S_{u_1}' mit der selbstverständlichen Modifikation, dafs hier S_{o_1}' die von der Horizontalen ablenkende Komponente ist.

Als zweites wesentliches Moment für die Deklination nach R hin kommt natürlich die Nachwirkung der Normalfarbe selbst in Betracht. Zum Beweise hierfür brauche ich nur die zu Protokoll gegebenen Selbstbeobachtungen der Vpn. anzugeben. So sagt z. B. Kr. in Reihe 40: „Es ist sonderbar, dafs durch die Versuche das Urbild gewissermafsen lebendiger in mir wurde.“ Br.s Äufserung in Reihe 21: „Ich hatte am Anfang nur eine Farbe in grofsen Umrissen im Gedächtnis“ besagt dasselbe. Manche Vpn. glauben sich sogar nur nach der Normalfarbe zu richten z. B. G., wenn er sagt (Reihe 5): „Dafs die jeweilige Einstellung durch die vorangegangene beeinflufst sein könnte, glaube ich nicht; ich habe mich immer nach der Normalfarbe gerichtet.“ Kr. zu 40: „Ich habe mich trotz der langen Zeit mehr an das Normalbild gehalten als an die jeweilig letzten Einstellungen.“ Sch. zu 30 versichert wiederholt: „Es war mir nichts von dem vorhergehenden Urteil bewufst.“

Fassen wir nun die vorstehenden Erwägungen zusammen, so können wir sagen: Die allmähliche Präzisierung der Reproduktionsfarbe ist meist bedingt durch Beeinflussung der anfangs weiteren Vorstellung der Normalfarbe durch die einzelnen Einstellungen von den Gegenseiten her und durch ein Nachwirken der früher gebildeten Vorstellung. Die alternierenden Einstellungen arbeiten gewissermafsen ein schärferes Bild heraus aus einem verwascheneren. Wir können auch so sagen: Eine Vorstellung V respektive eine latente Vorstellung V_l (da sich die Vorgänge ja unter der Schwelle des Bewufstseins abspielen) wird durch verschiedene Assoziationen mit ähnlichen E's und mit einem Erinnerungsbild V_l modifiziert bzw. korrigiert.

Wenn nun eine Vorstellung einmal genau präzisiert ist, woher kommt es dann, dafs bei einer Anzahl von Kurven 28 S. 26, 8 S. 24, 26 S. 26, 51 u. 52 S. 28, 11 u. 13 S. 25, 23 S. 26, 1 S. 22, 2 u. 3 S. 23 nachher ein Divergieren festzustellen ist?

[1] Die Reihenabweichung lasse ich jetzt ganz unberücksichtigt.

Ich kann hier nur angeben, in welcher Richtung die Erklärung etwa zu suchen ist. Am einfachsten und wahrscheinlichsten ist es, an Ermüdungserscheinungen zu denken. Wie oft ein ganz präziser Begriff schwer festzuhalten ist und uns entschwindet, wenn wir längere Zeit mit verwandten operieren, so ist es auch möglich, dafs eine anfangs scharf vorhandene Sinnesvorstellung allmählich verblafst. Ganz besonders schwierig mufs gerade die Farbenvorstellung festzuhalten sein, wenn fortwährend bei der Versuchsanordnung ähnliche Farben lockend und verwirrend auf das Erinnerungsbild der Normalfarbe einwirken, was ja auch zum Teil von den Vpn. zu Protokoll gegeben wurde. Möglich wäre es allerdings auch, die Ermüdung auf dem sinnesphysiologischen Gebiet zu suchen, also in einer durch Ermüdung bedingten Abnahme der U-E. für die in Betracht kommende Farbe.

Die alternierenden Reihen, besonders die der präzisierten Farbe entsprechenden Stellen der Reihen können auch noch in ihrem Verhältnis zu der Normalfarbe betrachtet werden. Es lassen sich unter diesem Gesichtspunkte zwei Arten von Reihen unterscheiden. Die einen sind derart, dafs die Präzisionsfarbe näher oder mindestens ebenso nahe der Normalfarbe liegt wie das Mittel aus den beiden Ersteinstellungen. Die allmählich herausgebildete Reproduktionsvorstellung ist nicht nur enger umschrieben, sondern auch besser (*symmetrische Konvergenz*) so z. B. Sch. in Gelb, Le. Gelb 51 S. 28, Sch. 28 S. 26. Im anderen Fall geschieht die Präzisierung nach einer fehlerhaften Stelle hin, nach einer virtuellen Farbe (ein Ausdruck, den Geh.-R. Ziehen für diese Art der Einstellung vorschlägt). (*Unsymmetrische Konvergenz.*) Man mufs sich dabei nur bewufst bleiben, dafs diese virtuelle Farbe keineswegs vorher auch nur dunkel der Vp. vorschwebt, und die Vp. nun aktiv auf diese Farbe lossteuert, sondern diese virtuelle Farbe entsteht rein passiv und ist im wesentlichen durch die später zu besprechende Reihenabweichung und ihre Gründe bedingt.

Auf Seite 35 war schon einmal von der Richtungstendenz der Gesamtabweichung der Reihe die Rede. Dort waren auch die Reihen mitgeteilt, an denen eine solche Abweichung zu beobachten war. Auch von den alternierenden Reihen will ich zunächst die Kurven noch einmal zusammenstellen, bevor ich diese Erscheinung näher erörtere. Der vorangesetzte Pfeil gibt die Richtung der Abweichung an: ↓ bedeutet Abweichung nach

dem kurzwelligen, ↑ Abweichung nach dem langwelligen Spektrumende.

In Blau: ↓ 27 u. 28 S. 26 (8 S. 24)
↑ 45 S. 27

In Grün: ↑ 26 S. 26, 4 S. 23, 18 S. 25, 35, 37 u. 38 S. 27

In Gelb: ↓ 52 S. 28, 30, 31 u. 32 S. 26 (5, 6 u. 7 S. 24)
↑ 42 S. 27, 51 S. 28, 33 S. 26

In Rot: ↓ 9 S. 24, 13, 14 u. 15 S. 25, 41 S. 27, 48, 49 u. 50 S. 28, 21 S. 25, 22, 23 u. 24 S. 25, 1 S. 22, 2 u. 3 S. 23
↑ 10 S. 24, 39 S. 27.

Also auch hier wie bei den nicht alternierenden Reihen die Tatsache, dafs eine grofse Anzahl ein allmähliches Abschwenken nach einer Richtung zeigt, andere allerdings wieder nicht. Dafs überhaupt ein allmähliches Abweichen der Einstellungen nach einer Richtung hin vorkommt, liefse sich ganz gut verstehen für die nicht alternierenden Reihen. Wie dort im allgemeinen S_o nach dem roten, S_u nach dem violetten Ende des Spektrums liegt (s. Tab. B S. 30), so liefse sich auch denken, dafs jede folgende Einstellung infolge der Reizung von einer Seite her immer mehr dahin gelockt würde. Haben wir im allgemeinen gekreuzt liegende Schwellen, so können wir ein Abgestofsenwerden von der Seite erwarten, deren Schwelle bestimmt werden soll. Das ist denn auch in der Tat meist der Fall. Betrachten wir die Reihen für Blau und Gelb einerseits, Rot und Grün andererseits, so konstatieren wir hier oft, dort niemals gekreuzte Schwellen. Dementsprechend ist auch die Mehrzahl der Reihenabweichungen in Blau und Gelb gleichsinnig, d. h. sie erscheinen gewissermafsen angelockt durch den Reiz, dagegen die Mehrzahl der Reihenabweichungen in Grün und Rot gegensinnig, d. h. sie erscheinen wie abgestofsen von dem voraufgehenden Reiz. Diese Übereinstimmung der Richtung der Reihenabweichung der einzelnen S_o und S_u mit der gegenseitigen Lage der S_o und S_u ist jedenfalls beachtenswert.

Betrachte ich S_o und S_u der nicht alternierenden Reihen zusammen, so heben sich diese Abweichungen der Einzelreihen nicht auf; sondern es bleiben noch Gesamtabweichungen bestehen (s. S. 30). So kann es uns auch nicht wundernehmen, wenn die alternierenden Reihen noch Reihenabweichungen zeigen.

Nur sollte man annehmen, dafs diese dieselbe Richtung zeigen wie die der nicht alternierenden Reihen. In Rot und Grün ist das auch der Fall, aber in Blau und Gelb scheinen auf den ersten Blick Differenzen zu bestehen. Diese sind aber nur bedingt durch eine Vp. (G. Versuche 8, 5, 6, 7), die ein allen anderen Vpn. widersprechendes Verhalten zeigt. Sehe ich von diesen Versuchen ab (eingeklammert in der Tab. S. 44[1]), und berücksichtige ich aufserdem noch, dafs die Reihen 27 und 28 in Blau, 30, 31 und 32 in Gelb der Vp. Sch. nur minimale Abweichungen nach dem violetten Ende des Spektrums zeigen, so ergibt sich auch für die alternierenden Reihen: Im Blau ist keine merkliche Reihenabweichung zu konstatieren; Grün und Gelb weichen öfter nach dem langwelligen, Rot nach dem kurzwelligen Ende des Spektrums ab.

Dieses Verhalten restlos zu erklären, bin ich aufserstande. Ich kann nur wenige mitbestimmende Tatsachen anführen. Das Plausibelste wäre gewesen, wenn die eben festgestellte Richtung dem arithmetischen Mittel der Schwellen, wie es sich aus der Tabelle S. 30f. ergibt, entsprochen hätte. Ganz entfernt kann man ja auch eine Ähnlichkeit entdecken. Blau hat dort die kleinste Abweichung von der Normalfarbe, zeigt hier keine Reihenabweichung. Rot, dort mit der gröfsten Abweichung nach violett hin, hat hier die entsprechende Reihenabweichung. Auch für Gelb trifft die Parallelität zu, aber für Grün fehlt sie vollständig. Es mufs also, wofern ausgedehntere Versuchsreihen dies Verhalten bestätigen, noch eine andere Ursache für dieses Phänomen da sein. Eine solche Erklärungsmöglichkeit bietet die Umstimmung des Sehorgans. Ebensogut wie die Normalfarbe bei der minutenlangen Betrachtung ihre Qualität oder Intensität, manchmal auch besonders im Blau ihre Sättigung zu ändern schien, kann auch durch die vielen Einstellungen unser Auge in einem Sinne beeinflufst werden, dafs die späteren objektiv gleichen Farben subjektiv anders und zwar stets in demselben Sinne verändert erscheinen. Diese Umstimmung des Sehorgans

---

[1] Die Abweichungen dieser Vp. von den übrigen war so auffallend, dafs ich sie sowohl in der Poliklinik des Herrn Prof. Dr. Silex als auch im physiologischen Institut von Prof. Dr. Pieper auf Farbenblindheit untersuchen liefs. Vp. stellte sich aber als normal farbentüchtig heraus.

ist genauer von Voeste[1] untersucht worden. Er stellte sich die Aufgabe, die Qualitätsänderungen der Spektralfarben bei längerer Einwirkung auf das Auge messend zu bestimmen. Er gelangte zu folgenden Ergebnissen: 1. Von 660—570 $\mu\mu$ liegt die Vergleichsfarbe mehr nach dem kurzwelligen Ende des Spektrums als das ermüdende Licht. 2. 560 $\mu\mu$ zeigt bei Ermüdung keine Qualitätsänderung. 3. Von 560—500 $\mu\mu$ liegt das Vergleichslicht mehr nach dem roten Ende des Spektrums. 4. Von 490—460 $\mu\mu$ wie 1. Hiermit stimmen meine Reihenabweichungen nur zum Teil überein. Rot (670 $\mu\mu$) ist auch bei mir deutlich nach dem violetten, Grün (523 $\mu\mu$) nach dem roten Spektrumende verschoben. Während bei Voeste 560 $\mu\mu$ keine und 478 $\mu\mu$ eine deutliche Abweichung nach dem violetten Spektrumende zeigt, kann ich bei 478 $\mu\mu$ keine und bei 562 $\mu\mu$ eine Abweichung nach dem roten Spektrum feststellen. Doch will ich nicht unerwähnt lassen, dafs in den alternierenden Reihen bei Gelb (562 $\mu\mu$) auch bei mir (s. S. 44) fast keine Abweichung vorliegt.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

I. Die Einzeleinstellungen im Verlaufe einer Reihe zeigen eine Tendenz zu einer bestimmten Abweichung von der Normalfarbe.

II. Es gibt ein spezifisches Farbengedächtnis; die Farben Gelb und Blau werden schärfer reproduziert als Grün und Rot.

III. Eine vorausgehende Belichtung des Auges mit der Normalfarbe steigert die U-E., und diese Steigerung kann vielleicht im Sinne einer qualitativen Adaptation gedeutet werden.

IV. Ohne Wiederholung der Exposition der Normalfarbe läfst sich eine Verschärfung der Reproduktionsvorstellung durch sukzessive alternierende Einstellungen herbeiführen.

Zum Schlufs sei mir noch gestattet, allen Vpn. für ihre Mühe und ihre Opfer an Zeit zu danken. Vor allem aber möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Geh.-R. Ziehen für die zahlreichen Winke und Ratschläge, die er mir gegeben, meinen herzlichsten Dank aussprechen.

[1] Messende Versuche über Qualitätsänderungen der Spektralfarben infolge von Ermüdung der Netzhaut. *Zeitschrift f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg.* **18**, 257.

Lebenslauf.

Ich bin am 2. Juni 1887 als Sohn des Zigarrenfabrikanten Süsskind Loeb und seiner Frau Fanny geb. Baum zu Vallendar a. Rhein geboren. Ich bin Jude und preufsischer Staatsangehöriger. Vier Jahre besuchte ich die Vallendarer Volksschule, von 1897 bis 1906 das Kaiserin-Augusta-Gymnasium zu Koblenz. Meine vorklinischen Semester hörte ich in Freiburg, Marburg und Kiel, später in München und Berlin. Meine Praktikantenzeit verbrachte ich am Kinderhospital und am jüdischen Krankenhaus zu Hamburg. Allen meinen Lehrern sei auch an dieser Stelle mein tiefer Dank ausgesprochen.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.